

Estudi i avaluació del impacte ambiental
dels materials polimèrics usats en
sistemes de pesca:

El cas de l'arrossegament

Nil Ollé Camats. ETN

Agraïments

Direcció del projecte; Antoni Isalgué Buixeda i Santiago Ordàs Jiménez. Per guiar-me, aconsellar-me i donar-me la pausa necessària.

Jordi Rodón i Peris; Cap de pesca i marisqueig, Generalitat de Catalunya. per obrir-me la portes i prestar-me tota l'ajuda que l'hi he demanat.

Frederic Valls i Vilaespasa; Director Gerent de l'escola de captació Nàutica-pesquera de Catalunya. Per donar-me la possibilitat de elaborar aquest projecte i per tot el suport i l'ajuda rebuda.

Joana d'Arc Prat Farran; Professora de matemàtica aplicada UPC Vilanova. Per les hores de feina i coneixements que ha dedicat perquè això pugui ser realitat.

Pares; Per ajudar-me a construir el projecte més difícil, el de la meua vida.

I a tota la resta de persones que en major o menor mesura han contribuït amb la seva ajuda i suport a que el projecte hagi tirat endavant.

Índex

1. Introducció	Pàgina 3
2. Pesca	
2.1. Història a Catalunya	Pàgina 5
2.2. Pesca a Catalunya	Pàgina 5
2.3. Tipus de pesca	Pàgina 6
2.3.1. Teranyina o cèrcol	Pàgina 6
2.3.2. Palangre	Pàgina 6
2.3.3. Xarxes	Pàgina 6
2.3.4. Captura de marisc	Pàgina 7
2.3.5. Pesca per arrossegament	Pàgina 7
3. Millores en la pesa per arrossegament	
3.1.1. Xarxes	Pàgina 23
3.1.2. Portes	Pàgina 27
4. Materials	
4.1. Polímers	Pàgina 32
4.2. Plàstics	Pàgina 34
4.3. Anàlisi del comportament dels materials	Pàgina 35
4.3.1. Acer inoxidable AISI	Pàgina 35
4.3.2. Tereftalat de polietilè PET	Pàgina 37
4.3.3. Polipropilè PP	Pàgina 41
4.3.4. Poliamida o niló	Pàgina 42
4.4. Comparativa dels materials	Pàgina 44
5. Simulacions	
5.1. Model de simulació	Pàgina 48
5.2. Simulacions	Pàgina 49
5.2.1. Simulació 1	Pàgina 49
5.2.2. Simulació 2	Pàgina 57
5.2.3. Simulació 3	Pàgina 60
5.2.4. Simulació 4	Pàgina 63
5.2.5. Simulació 5	Pàgina 65
5.3. Conclusions sobre simulacions	Pàgina 66
5.4. Opció "cadena"	Pàgina 69
6. Impacte Ambiental	Pàgina 73
7. Balanç econòmic	Pàgina 79
8. Riscos laborals	Pàgina 86
9. Conclusions	Pàgina 87
10. Annex	Pàgina 89
11. Bibliografia	Pàgina 102

Introducció

Durant la darrera dècada el món està experimentant canvis dràstics. L'augment de la població mundial, el sistema de consum establert i la creixent demanda de grans països en vies de desenvolupament estan exposant els recursos primaris del planeta a situacions límit. Els aliments, els minerals i l'energia dels quals disposem no són il·limitats i la nostra demanda creixent en dificulta i en posa en perill la constant regeneració. La obtenció d'aquestes matèries primàries és, a més, cada cop més costosa per l'augment del preu de l'energia i de la tecnologia necessària per obtenir-les.

Dins el món de la pesca, en el context de crisi actual, la situació no passa pel seu millor moment. L'augment del preu del carburant, l'escassetat de captures i la creixent competència a causa de la globalització provoquen que cada cop sigui més difícil poder accedir a sous i jornades laborals dignes per part dels pescadors. A més, és necessari frenar l'èxode de les zones rurals a les grans ciutats per dotar el nostre país d'un major equilibri entre els tres sectors econòmics (primari, secundari i terciari).

Pel que fa a la pesca com a explotació del medi, és sabut per tots i totes que el sistema més criminalitzat per la societat és la pesca per arrossegament. A aquesta se li atribueix que desgasta el fons marí i en deteriora la qualitat dels sòls impedit que la regeneració dels ecosistemes marins de les profunditats sigui complert. Estic convençut que la majoria de les persones que s'han plantejat mai l'impacte d'aquest sistema, han arribat a la conclusió que no s'hauria de permetre una activitat així. Alhora, estic encara més convençut que la majoria d'aquestes persones s'indignarien si els diguessin que la seva "paella" no pot tenir gambes o que a partir d'ara el rap i el calamar es pagaran a "preu d'or". És per això que penso que mentre no som capaços de transformar la nostra interacció amb els medi que ens envolta i sense renunciar al consum dels productes que el planeta ens ofereix, cal que reduïm al mínim possible l'impacte que hi generem.

Així doncs, entenent que el problema que hem d'afrontar requereix una modificació de fons del sistema i de la concepció d'aquest per part de tots nosaltres, aquest projecte pretén aportar el seu gra de sorra a la millora de la qualitat de vida dels pescadors i dels ecosistemes del litoral català així com continuar amb la lluita per la reducció de les emissions dels gasos procedents de la combustió. Per aconseguir-ho, el projecte proposa noves solucions dins el món de la pesca d'arrossegament que permetin dotar-la d'eines perquè resulti més sostenible i rendible.

En concret, els objectius d'aquest projecte es centraran en la possibilitat de substituir els cables actuals d'arrossegament d'acer inoxidable per cables de

Tereftalat de Polietilè. Els cables d'arrossegament uneixen les embarcacions amb les xarxes a través de les quals es capturen les preses, sent per tant, un element indispensable per aquests sistemes de pesca. Per tal de situar les possibilitats del material, caldrà contrastar les característiques mecàniques del cable en front als cables actuals així com respecte altres possibles materials. Un cop dut a terme aquest estudi, el projecte pretén demostrar la viabilitat de la instal·lació dels cables als vaixells de la flota pesquera catalana, establir quins beneficis ambientals i econòmics poden ocasionar i resoldre'n els problemes de compatibilitat que puguin aparèixer .

Pesca

Història a Catalunya.

"La pesca és una activitat de subsistència de les més antigues, juntament amb la cacera i la recol·lecció. A Catalunya tenim referències arqueològiques de la pesca entre els ibers i els romans, impulsors de grans factories de salaó de peix i del comerç de conserves que eren transportades en àmfores arreu de l'Imperi. A l'edat mitjana, els senyors feudals van fer del control de la pesca un dels seus mitjans de subsistència, com ho demostren el monestir de Sant Pere de Roda i el de Sant Feliu de Guíxols, entre molts d'altres ubicats al llarg de la costa. Així els pescadors havien de donar una part de tot el que es pescava en forma d'impost, el delme del peix, a canvi de tenir el dret de pescar. Les confraries de pescadors primer, i els gremis després, van intentar al llarg dels segles defensar els interessos dels pescadors, ajudant-se mútuament en les desgràcies, les malalties i els abusos.

Amb la introducció de formes més intensives de pesca, com el bou a la parella al segle XVIII, la pesca agafà una nova dimensió en convertir-se en una font molt important de proteïnes per la incipient revolució urbana i industrial. Però amb les parelles de bou també començaren els problemes de la sobreexplotació dels recursos i els conflictes amb altres arts de pesca. Probablement, la gran transformació es va produir primer amb la introducció dels motors, als anys vint; dels nous materials com el niló, a principis dels seixanta i sobretot, amb la nova tecnologia de navegació, comunicacions i detecció i localització del peix només possible gràcies a la enorme capitalització que s'ha produït en el sector, especialment en la segona meitat del segle XX. "

(1)

La pesca a Catalunya.

La costa catalana, si només es té en compte el Principat, s'allarga 552 kilòmetres des de França fins la desembocadura del riu Sènia. Tot i ser una costa molt poc articulada, és a dir, amb molt pocs entrants naturals, s'hi diferencien dues àrees, la part nord coneguda com costa brava, força abrupta i la sud o costa de ponent que és molt més plana.

La mar catalana es caracteritza per l'alta salinitat, poca importància dels corrents marins i una plataforma continental molt estreta. Aquests elements, units amb la gran densitat de població humana, ocasionen una fauna marina relativament pobra en densitat i quantitat, fet pel qual, la pesca no ha estat desenvolupada com en altres regions del globus.

L'explotació dels recursos marins oscil·la entre la pesca arran de costa fins a profunditats properes als 100 metres. Les principals pesques a Catalunya:

- **Peix blau o pelàgic:** sardina, seitó, sorell, verat, bonítol, tonyina i emperador.
- **Peix blanc o bentònic:** besuc, boga, congre, gall, llobarro, llenguado, lluç, maire, mero, mòllera, orada, pagell, rap, roger i sarg, entre els més importants.
- Els **cefalòpodes** pescats són el pop, la sèpia i el calamar.
- Els **crustacis:** la gamba, l'escamarlà, la galera, el llagostí i la llagosta a més d'altres invertebrats com la garota i l'espardenya a un nivell molt menys important.
- Entre els **mol·luscs**, el cargol de punxes, la cloïssa, l'escopinya, el musclo, la navalla, l'ostra, la rossellona i la tellerina, sense oblidar els cartilaginosos, com les bastides o rajades.

Tipus de pesca.

Actualment, es desenvolupen diferents modalitats de pesca segons els mitjans i les captures desitjades tant en nombre com en qualitat i espècie.

Teranyina o Art de cercol

És el mètode pel qual es captura el peix blau. Degut a que el peix blau neda formant moles i s'orienta gràcies a la llum, s'atrauen les moles a la nit mitjançant focus lluminosos. A continuació s'encercla el peix mitjançant xarxes de fins 330 metres longitudinals i 60 metres d'alçada. Una vegada el banc resta encerclat, es tanca la xarxa. Aquesta tècnica s'usa per la pesca de peixos migratoris tals com anxoves o sardines. Al ser una pesca basada en espècies migratòries es basa la zona de pesca segons la riquesa en nutrients de l'àrea i no en caladors fixes. Per la pesca de la tonyina s'usen grans cercols, però de dia.

Palangre

Consisteix en una gran corda "mare" de la qual pengen els hams. La seva dimensió pot arribar als 60 kilòmetres i 10.000 hams en pesca de superfície o de 7 kilòmetres i 3.000 hams en pesca de profunditat. S'usa per pescar peixos blaus migratoris en superfície, com la tonyina o el bonítol, o bé per la pesca de espècies sedentàries al fons tals com penegals, molles o congres. Per ham s'usa un altre peix. Per la tècnica de profunditat, els pescadors coneixen caladors, llocs rics en peixos.

Xarxes

Sistema molt antic, alhora que molt divers. Es diferencien entre els que capturen el peix al quedar atrapat pel cap a la malla i els que capturen el peix per tremall. Pesca molt diversificada de peixos així com també de crustacis i mol·luscs.

Captura de marisc.

Gàbies usades a poca profunditat en superfícies sense "obstacles". Les gàbies estan dotades de pues d'acer que desclaven el marisc al arrossegar-se pel fons.

Pesca per arrossegament.

Consisteix en una sac de xarxa de forma troncocònica de mides molt variables que és arrossegat per una o dues embarcacions tot mantenint-lo obert. Aquesta xarxa o bou, és unit a cada una de les bandes mitjançant unes portes que gràcies a un comportament hidrodinàmic obren la boca de la xarxa longitudinalment al ser arrossegat. Alhora, uns flotadors obren verticalment la boca. Esdevé un sistema de pesca relativament selectiu perquè només es pot dur a terme en lloc "nets" d'obstacles. Els llocs concurrents de pesca s'anomenen caladors i els pescadors els coneixen pel "boca a boca" i experiència acumulada o bé, mitjançant l'ajut tecnològic (gps i plòter). La pesca d'arrossegament pertany al grup d'arts de pesca considerades actives ja que necessiten la força del vaixell per poder executar la seva funció.

L'inconvenient que presenta la pesca per arrossegament és que no és selectiva del tot, ja que captura espècies petites o no desitjades. A més, té un gran impacte ecològic degut a que gairebé la totalitat dels elements pels quals està formada l'art prenen contacte amb el fons marí. És precisament per això que aquesta pesca resta prohibida per la legislació europea en prats de Posidònia oceànica i d'altres fanerògames que són de elevada importància pels ecosistemes marins litorals. D'altra banda, aquest tipus de pesca presenta grans requeriments de combustible degut a la fricció que desenvolupa el sistema "cable-portes-xarxa" tant hidrodinàmicament com amb el fons marí.

Història

L'arrossegament es considera la pesca per excel·lència a la mar Mediterrània i és la modalitat a la qual la flota mundial dedica més unitats actualment. En els seus orígens, la pesca més important era la realitzada per ham en les seves múltiples varietats, la realitzada per malles o d'altres ingenis que poguessin ser practicables des de la costa o a poca distància. S'ha de tenir en compte que en aquells temps, els barcos eren força rudimentaris així com també ho eren les tècniques de navegació.

Antigament, la pesca per arrossegament es limitava a una xarxa que era arrossegada per un vaixell a rem fins uns 500 metres dins del mar. Des de la platja, un grup d'homes sostenia els caps i apropava la xarxa perpendicularment a la costa fins la platja. D'aquesta manera es podien pescar un número relatiu de peixos suficients per abastir les famílies que

participaven a l'activitat. Més endavant, es planteja la possibilitat de pescar paral·lelament a la costa poden pentinar una superfície molt més gran. Els primers casos que es coneixen indiquen l'ús de velers de vela llatina dotats de tangons, perxes que sobresurten de la mànega i permeten dotar de més obertura a la xarxa.

Xarxa

El arts de pesca es poden classificar segons el tipus de peix que capturen o bé segons la columna d'aigua on actuen o que aborden. Si fem cas doncs, a aquesta última classificació, els arts de pesca per arrossegament es divideixen en *arts de fons*, *de gran obertura vertical* i *pelàgics*.

1. Arts de fons.

La seva funció és capturar espècies que romanen en contacte amb el fons marí o bé molt propers a aquest. No precisen d'una gran obertura vertical, però sí d'una bona obertura horitzontal que permeti escombrar la màxima superfície possible.

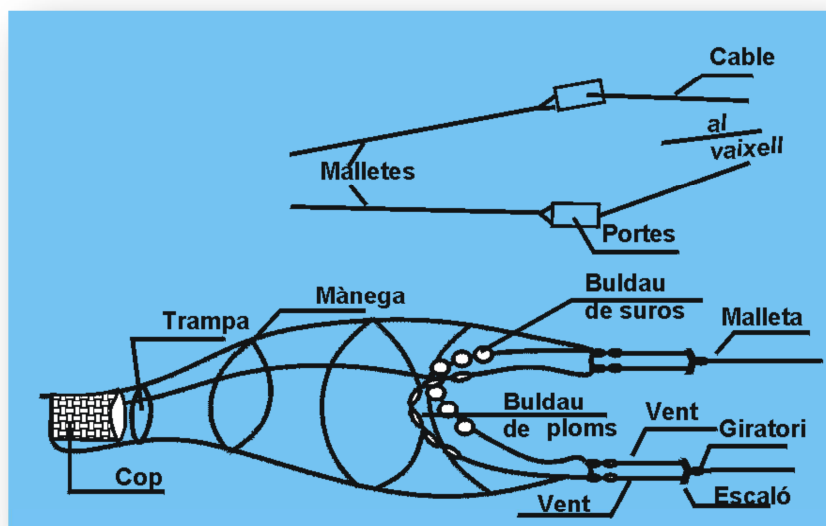
Per determinar l'eficiència de treball de les xarxes de fons cal valorar els següents factors.

- La forma general del cos de l'art. Cal esbrinar que el disseny previst es compleix a la pràctica
- L'obertura vertical i horitzontal de la boca de l'art. Ha d'ésser revisada i confirmada a bord. Es pot aconseguir mitjançant un càlcul matemàtic o bé una sonda de xarxa.
- La velocitat de treball en l'arrossegament. És depenent del disseny de l'art, tipus de pesca, zona, condicions de navegació, etc.

Parts del sistema de pesca

Des del vaixell de pesca fins la xarxa hi ha una sèrie d'elements que conformen el sistema de pesca per arrossegament.

- Els cables: Uneixen les portes amb el vaixell.
- Portes: S'encarreguen de graduar l'obertura de la xarxa. Ho aconsegueixen gràcies al fre que oposen al avanç del vaixell contra l'aigua.
- Peus de gall: Enllacen les portes amb les malletes i la seva funció és la de regular l'obertura de la porta.
- Malletes: Uneixen les portes amb la xarxa.



(2; Figura 2: Composició elements pesca d'arrossegament)

Parts d'una xarxa de pesca

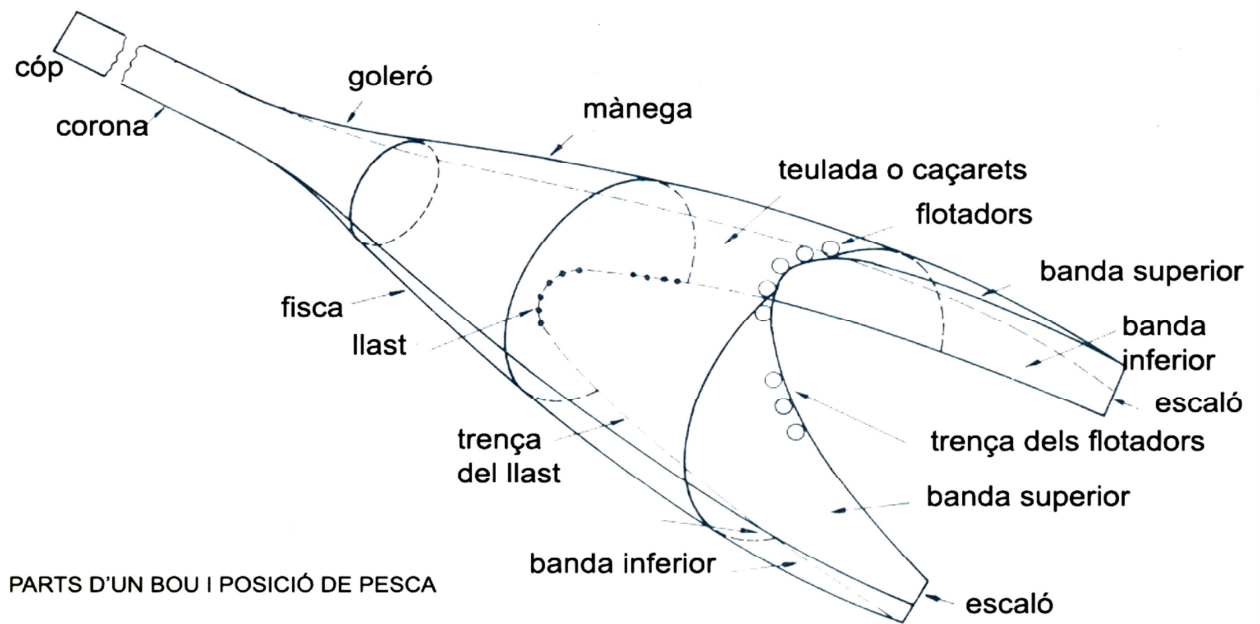
El bou és un sac fet de xarxa. La seva boca, per la qual es captura el peix, es perllonga pel seus laterals anomenats bandes. Aquestes bandes perden amplada progressivament al acostar-se al escaló (caló segons zona), element a qual s'uneixen les portes que mantenen l'art obert mitjançant les malletes. Les portes s'uneixen al vaixell gràcies a cables.

Si s'observa el bou des de dalt, aquest té forma de triangle residint al seu vèrtex posterior el cop. La part superior de la boca està dotada de flotadors i la part inferior de llast, així s'assegura l'obertura vertical.

Cal tenir en compte que les malles de la xarxa estan confeccionades de cordill més gruixut a mesura que ens apropem al cop, així com també són més resistents per la part inferior per evitar el trencament degut al fregament amb el fons marí.

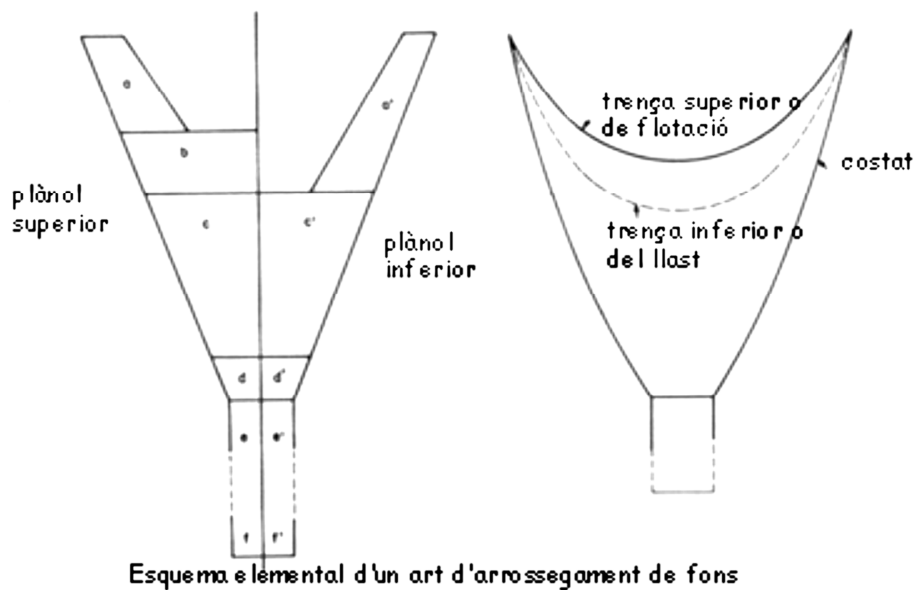
La peça que forma la boca del sac i on van unides les bandes s'anomena teulada. Aquesta està constituïda per un front ample a la banda inferior i estret a la superior. Això és així per aconseguir que la boca s'avanci per la part superior a la inferior.

Després de la teulada (part superior de la boca), trobem la mànega. Té forma d'embut i ve seguida del goleró. Finalment, el bou acaba a la corona que és constituïda de niló. En aquesta part, que és on resideix el cop, es concentra el peix capturat durant la calada.



(2; Figura 3: Parts d'un bou en posició de pesca)

Composició de l'art de pesca.



(2; Figura 4: Esquema elemental d'una art d'arrossegament de fons)

2. Arts de gran obertura vertical.

La seva principal funció és pescar espècies pelàgiques i demersals, això fa que tot i estar en contacte el seu llast amb el fons marí, estiguin dotades d'una obertura vertical superior a la horitzontal.

En aquests arts doncs, perd importància la superfície a escombrar, sent l'objectiu de l'art que el travessi el màxim volum d'aigua possible. També és

important valorar la velocitat d'arrossegament ja que si és molt elevada es perdrà obertura vertical en l'art disminuint la seva eficiència.

3. Arts de profunditat regulable.

També anomenat arts pelàgics, Treballen a diferents profunditats entre el fons i la superfície. Són arts de pesca molt més grans . Tot i que s'han realitzat diverses proves, a Catalunya no es fan servir i tampoc estan legalitzats.

Arts de pesca de fons; Tipus.

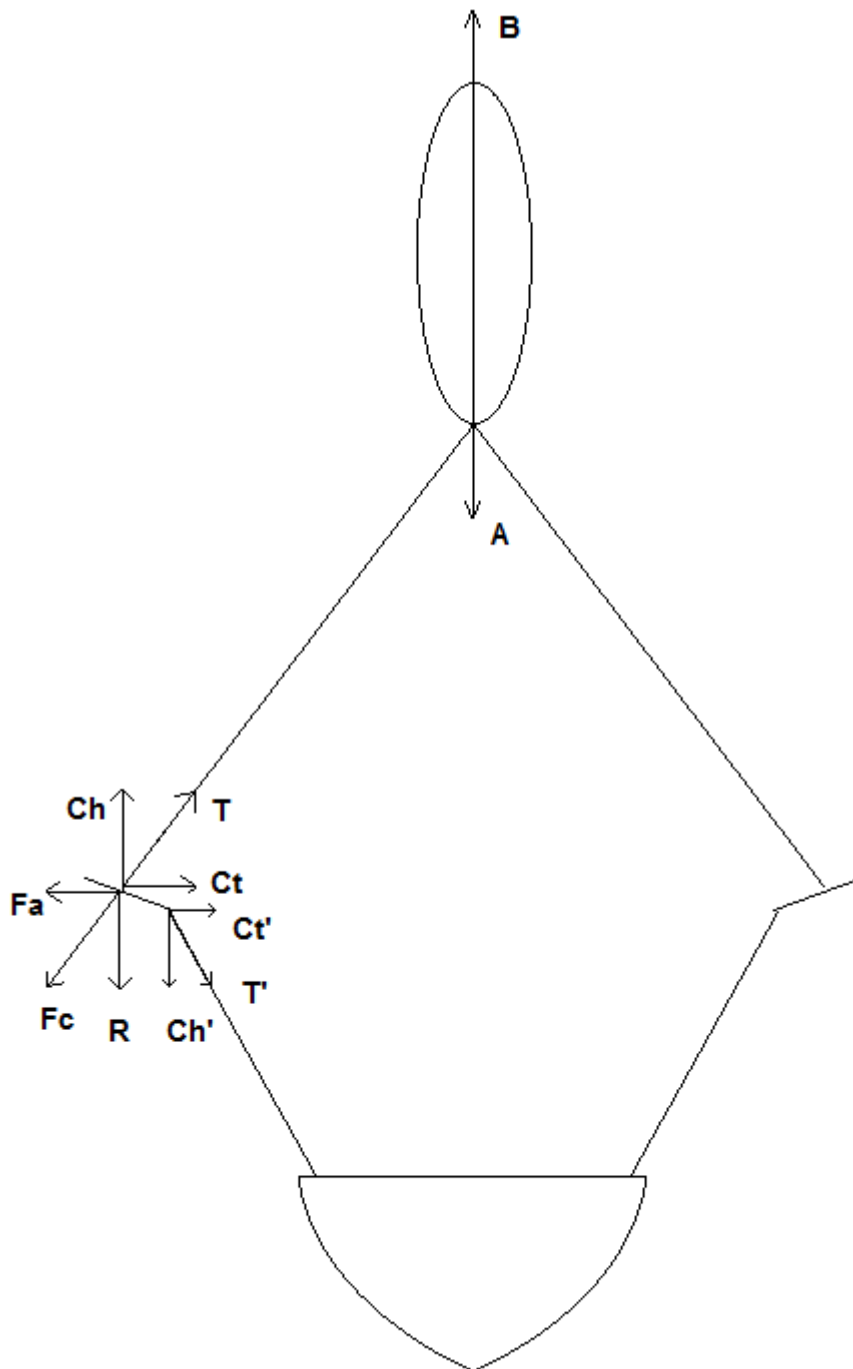
- Art de fons tipus Cadena.
- Art de fons tipus Espasa.
- Art de fons de gran obertura tipus Perigallo.

Les característiques més importants d'aquestes xarxes tenint en compte la potència del vaixell són les que es relacionen a continuació:

Tipus d'art	Di-me-n-sion-s	HP	Long. rallin-ga suro en m.	Long. rallin-ga plom en m.	Lon-g. art en m	Pes 2 port es en kg	Dimensio ns portes llarg x ample en m.	Long. malle ta brace s	Diàmet re mallet es en mm	Long. perigall os en braces	Pes 2 mallet es en kg	Ober t. port es en m.	Ober t. calo ns en m.	Diàmet re cable en m.m.	Lon g. cabl e en m.	Velocit at en nusos
A1 cadena	Petit	200 - 400	23	30	55	500	1,5 x 1	90*	28-34	No	390	60	17	13-15	300-400	4,1
	Mitj à	400 - 700	30	39	80	800	1,8 x 1	100*	36-37	No	585	70	22	15-16	450-500	4,1
	Gra n	>700	42	54	107	1100	2,1 x 1,5	120*	38-40	No	990	87	30	16	500-600	4,1
A2 espasa	Petit	200 - 400	30	37	70	500	1,5 x 1	90	28-34	25*	390	70	10	13-15	300-400	4
	Mitj à	400 - 700	40	49	100	800	1,8 x 1	100	36-37	30	585	80	13	15-16	450-500	4
	Gra n	>700	52	64	127	1100	2,1 x 1,5	120	38-40	35	990	90	20	16	500-600	4
A3 perigall os	Petit	200 - 400	18	26	47	500	1,5 x 1	90	28-34	25	390	67	14	13-15	300-400	3,8
	Mitj à	400 - 700	25	34	71	800	1,8 x 1	100	36-37	30	585	75	18	15-16	450-500	3,8
	Gra n	>700	35	46	92	1100	2,1 x 1,5	120	38-40	35	990	100	26	16	500-600	3,8

Obertura de les portes en els arts de pesca

Perquè hi hagi desplaçament s'ha de complir que $B > A$. Per aconseguir el desplaçament el vaixell usa la seva potència.



(Esquema 1; Tensions a les portes)

En l'arrossegament es produeixen les següents forces.

- La Tensió (T) que exerceix el vaixell sobre el cable al desplaçar-se.

- La Força de costat que el cable transmet a les portes. Aquesta es divideix en la component horitzontal, la qual dota d'obertura a la xarxa i en la vertical, que és la resistència a l'avanç que les portes oposen al vaixell.
- A les malletes que uneixen les portes amb la xarxa es produeix una tensió T' .

Podem descompondre:

$$\text{La força } T = Ct + Ch = T \cdot \sin \alpha + T \cdot \cos \alpha$$

$$\text{La força } Fc = Fa + R = Fa \cdot \sin \beta + R \cdot \cos \beta$$

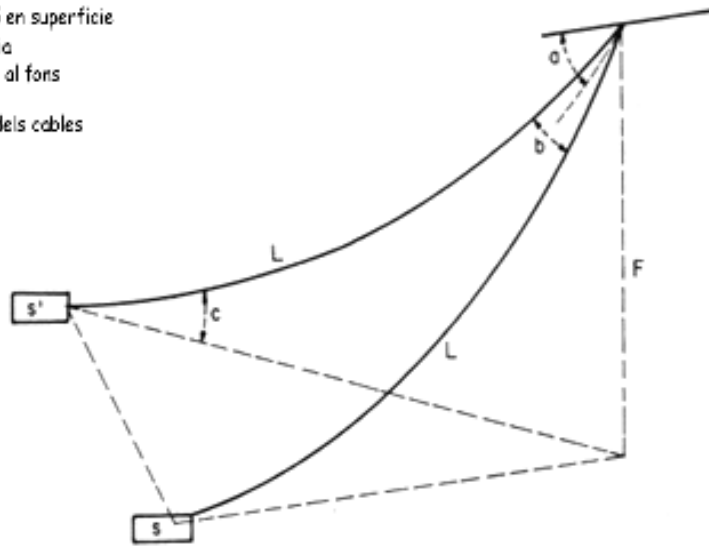
$$\text{La força } T' = Ct' + Ch' = T' \cdot \sin \gamma + T' \cdot \cos \gamma$$

Per a que hi hagi equilibri es necessita que:

$$Ch = C'h + R \quad i \quad Fa = Ct + C't$$

S'ha de tenir en compte que en un cas real els cables no formen una línia recta ni en el pla horitzontal ni en el pla vertical.

α = declinació en superfície
 β = divergència
 γ = declinació al fons
 F = fondària
 L = longitud dels cables



ANGLES EN ELS CABLES D'ARROSSEGAMENT

(2; Esquema 2: Angles en cables d'arrossegament)

Declinació de superfície és l'angle que formen els cables amb la horitzontal a la pasteca de remolc.

Declinació de fons és l'angle que formen els cables amb la horitzontal a les portes.

Divergència és l'angle format entre els dos cables en superfície.

Millores en la pesca per arrossegament

A continuació s'exposen una sèrie de possibles millores en els sistemes de pesca que permetrien aconseguir un augment de l'eficiència energètica de les embarcacions.

En els vaixells de pesca intervenen un gran nombre de factors que permeten obtenir millores en l'eficiència de l'embarcació. Aquests poden ser dividits en diferents grups.

- Disminució de la resistència. Aquesta es pot dividir segons Resistència del casc i apèndixs de l'embarcació o Resistència de l'equip de pesca.
- Millora d'equips i sistemes. Se'n deriven principalment el motor i el seu correcte funcionament i l'hèlix i el seu disseny.
- Millora de l'operació i gestió. On intervenen factors com la velocitat de pesca, monitorització dels diferents equips de pesca i el control de paràmetres del sistema.
- Gestió de l'ecoeficiència. Constant de l'adequació de l'horari i de la jornada.

Donat que el projecte que ens ocupa pretén exposar i provar mesures que permetin disminuir l'impacte ambiental que genera l'art de pesca, l'exposició de millores es centrarà en explicar diferents opcions aplicables als equips de pesca usats per les embarcacions d'arrossegament.

Optimització de l'equip de pesca.

Per obtenir millores en la producció i augmentar així el benefici econòmic de l'activitat, es poden plantejar dos camins. Per una banda, es pot optar per la busca de l'augment de captures. Això passa per incrementar la potència del vaixell així com la seva velocitat i augmentar el volum de la xarxa de pesca. Comporta uns increments dels costos de producció, un major impacte biològic i un augment de les emissions de gasos de combustió.

Per altre banda, hi ha la possibilitat que es basa en intentar aconseguir un augment de l'eficiència pesquera i energètica. Això passa per adaptar els nostres mètodes i mitjans que alhora, comporta una disminució del impacte biològic i dels costos de producció així com un augment del benefici. En el context de crisi econòmica i augment de la conscienciació ecològica actual, sembla que aquesta darrera opció pot resultar ser la més satisfactòria. A més, també cal tenir en compte que a llarg termini és aquesta opció la que permet obtenir un benefici més gran al reduir els costos de producció.



(3)

Xarxes

La forma de la xarxa és determinada en gran mesura per la velocitat d'arrossegament. Se sap que una mateixa xarxa usada en altes velocitats pot obtenir resultats molt pobres i paral·lelament, obtenir-ne de bons a velocitats baixes.

L'element fonamental a tenir en compte per decidir quina és la velocitat preferent per l'ús de qualsevol bou és la filtració de la massa d'aigua a través dels panys de la xarxa. Aquesta filtració pot ésser bona o dolenta segons els cos de la xarxa, és a dir, la proporció entre l'amplada de la boca i la longitud del cos fins l'entrada del cop. Segons les espècies a pescar es requereixen velocitats diferents, comportant això variacions en les proporcions d'amplada i longitud del cos de la xarxa. En general, se sap que la filtració és defectuosa quan la longitud del cos és massa curta.

Els principals factors en el comportament de la xarxa són:

- Velocitat d'arrossegament.
- Longitud del cable en relació a la profunditat de pesca.
- Tipus de portes i angle d'atac

- Sistema d'aparellament (Malletes, ralingues)
- Tipus de flotació i llast
- % de captura.

Disseny del bou de pesca.

Segons la norma espanyola 40-317-76 pel disseny de xarxes de pesca, els plànols s'han de subministrar amb:

- Nom.
- País d'origen.
- Espècies objectiu.
- Característiques principals del vaixell que l'emprarà.

Així mateix, la xarxa ha d'ésser en peces i haurà de presentar els següents detalls:

1. Nombre de malles de la part superior, inferior i nombre de malles en alçada.
2. El procés de tall que ha de seguir la norma UNE 40-278-76.
3. Material emprat i designació del fil usat segons la norma UNE 40-097-75.
4. Dimensió de la malla en mm donada per la seva longitud totalment estirada seguint la UNE 40-212-74.
5. Ús de fil doblat amb el símbol indicat a les files de malles on s'usi.
6. Les ralingues han de presentar-se en la forma adequada indicant diàmetre, material i longitud.

Construcció de la xarxa

La construcció del arts de pesca ve determinada en funció del tipus de pesca que es pretén assolir. Així doncs, es valorarà l'obertura en funció de si es desitgen espècies del mateix fons (bentòniques), espècies a prop del fons (demersals) o bé si es tracta de peix pelàgic. Es requeriran obertures verticals d'entre 1- 3 metres i d'entre 5-7 metres respectivament. La pròpia selecció de l'espècie a capturar també acaba per determinar quina serà la velocitat d'arrossegament adequada.

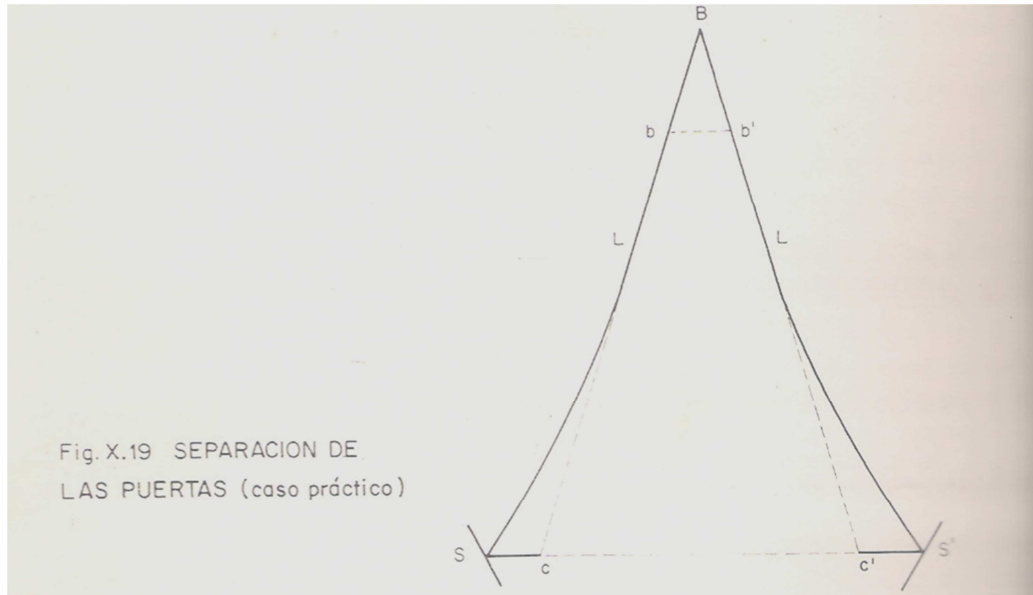
L'art de pesca ha de ser dissenyat en funció d'aquestes premisses (La introducció en aquesta etapa de la simulació en canal hidrodinàmic a petita escala permet obtenir un gran avanç de temps ja que el pas immediatament posterior es veurà reduït). A continuació, l'art construït segons l'esquema traçat es prova al mar i mitjançant sondes de xarxa s'observa si la geometria de l'art es desenvolupa segons la teoria esperada. En aquest moment es passen a realitzar les millores. Aquest procés és reiteratiu i pot ser llarg i costós. És per això que sovint, els pescadors prescindeixen del mètode i modifiquen les xarxes segons el seu punt de vista. Això resulta un procés més curt, però alhora comporta una important pèrdua d'eficiència.

No obstant això, en absència de sonda es poden aplicar una sèrie de procediments matemàtics que en facin una aproximació.

Càlcul aproximat de la forma que desenvolupa la xarxa.

Obertura horitzontal de la boca de la xarxa.

Primerament, es calcula la distància entre portes, per fer-ho, s'usa la teoria de triangles semblants.



(2; Esquema 3: Separació de les portes en posició de pesca)

Els triangles Bbb' i Bcc' són semblants i per tant tenim que:

$$\frac{Bb}{bb'} = \frac{Bc}{cc'} \quad \text{on} \quad cc' = \frac{bb' \times Bc}{Bb}$$

Però si fem $Bb = 1\text{m}$ i assenyallem els punts b i b' amb 2 marques, ens resultarà fàcil mesurar a bord la distància bb'.

En el suposat cas que els cables presentin alguna petita separació al vèrtex B (pasteques de pas dels cables situades als pescants del vaixell) s'haurà de restar de bb'. En aquest cas tenim que:

$$cc' = bb' \times Bc$$

- Si considerem que $Bc = L$ (longitud del cable), ens queda:

$$cc' = bb' \times L$$

- Com que els cables no adopten formes rectes si no corbes, es multiplica cc' pel factor fs i obtenim SS':

$$SS' = cc' \times fs$$

$f_s = 1,15$ aprox. (s'ha comprovat que el factor de separació assoleix valors pròxims a 1,15).

Càlcul de l'obertura horitzontal entre els extrems de la ralinga.

Una vegada que la distància entre portes ha estat calculada, és possible calcular la distància "L" aproximada entre les puntes dels calons, o també la distància "PM" aproximada que hi ha entre triangles.

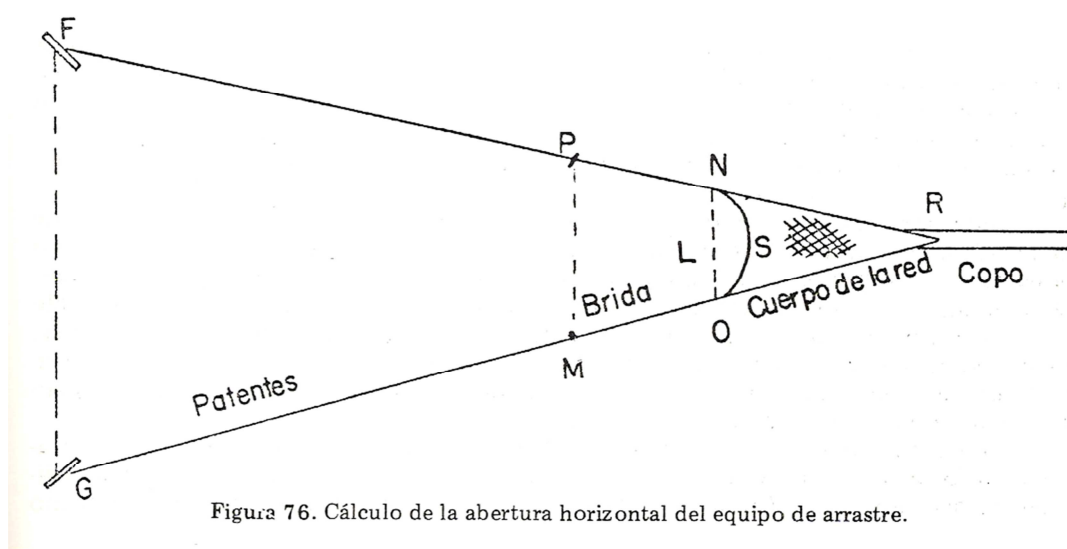


Figura 76. Càlcul de la abertura horizontal del equipo de arrastre.

(2; Esquema 4: Càlcul de l'obertura horitzontal de l'equip d'arrossegament)

Sent RON i RGF triangles semblants:

$$RON = RGF ; \frac{ON}{RN} = \frac{FG}{RF} ; ON = \frac{FG \cdot RN}{RF} = \frac{FG \cdot RN}{RN + NP + PF}$$

Càlcul pràctic de l'obertura vertical de la boca de la xarxa

Es pot obtenir un valor aproximat de l'obertura vertical mitjançant una cadena de poc pes que s'aferma al centre "A" de la ralinga superior, equilibrant aquest pes amb un flotador si és necessari.

La longitud d'aquesta cadena està relacionada amb la longitud del "square", amb un 50% més de longitud, és a dir, si aquesta llargada és de 8 m. la longitud de la cadeneta ha d'ésser de 12 m. l'altre extrem d'aquesta cadena es subjectarà al centre "D" de la ralinga inferior. Donades les

característiques d'aquest tipus de modalitat pesquera, a la fi de la calada es rebrà una part de la cadena llastrada permetent deduir l'obertura vertical.

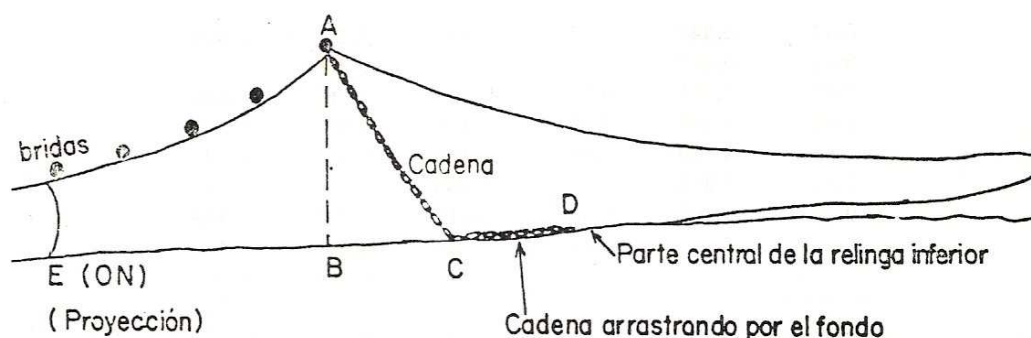


Figura 80. Càlculo pràctic de la abertura vertical de la boca de la red.

(2; Figura 5: Obertura vertical xarxa)

Els estudis realitzats en el projecte "*Millora de l'eficiència, la sostenibilitat i el benefici de la flota pesquera d'arrossegament català*" desenvolupat per la Generalitat de Catalunya demostren que la introducció de materials per la construcció de les xarxes com el Polietilè, la Dyneema o el Niló, l'assaig en canal de les xarxes mitjançant prototips, l'ús de programació informàtica pel disseny previ i l'ús de sondes de xarxa permet obtenir millores en l'eficiència de la pesca d'entre un 5% i un 20%.

Portes

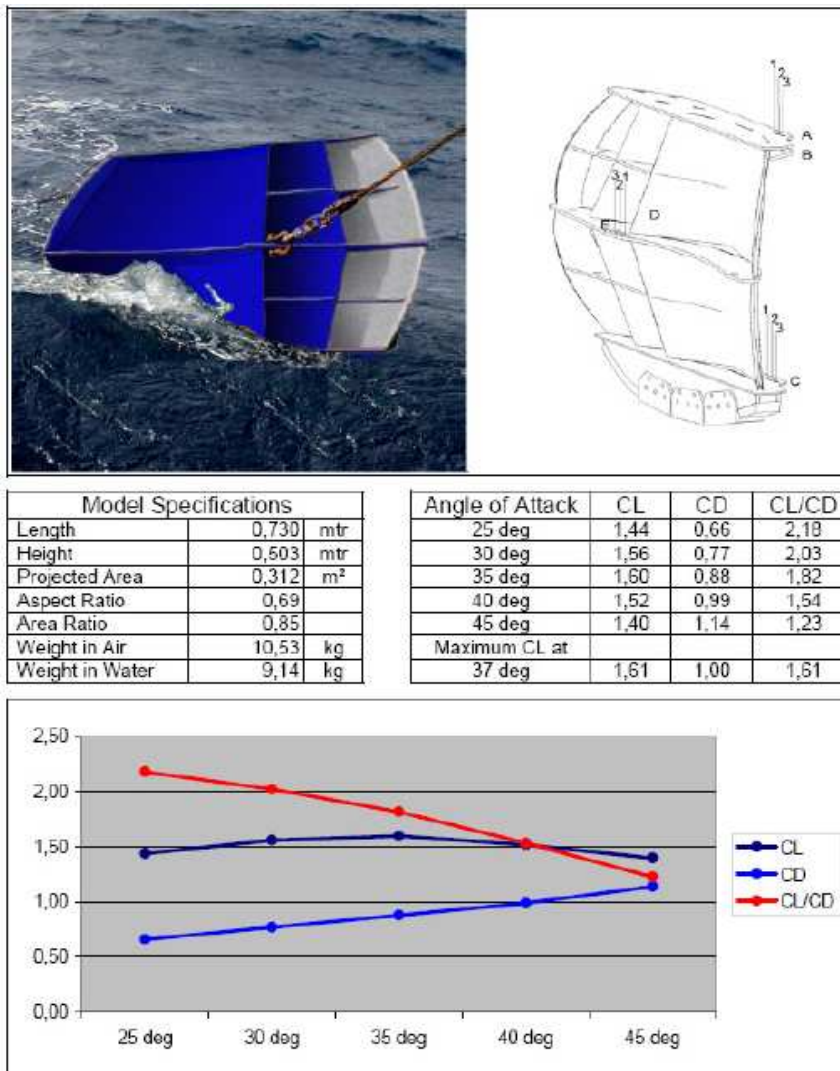
Actualment, al mercat es poden trobar diferents solucions a les portes "estàndard". Aquestes portes de disseny innovador ofereixen diferents alternatives per reduir la força que l'aigua aplica sobre elles tot aconseguint les mateixes obertures de xarxa. Això permet optimitzar el sistema de pesca reduint consums energètics i fins i tot aconseguint que la qualitat de la captura sigui més bona.

A continuació es mostren una sèrie de diferents tipus de portes per realitzar la pesca per arrossegament.

Per poder obtenir una idea sobre la qualitat de la porta emprada, es poden atendre una sèrie de variables. Per valorar d'una manera ràpida el grau hidrodinàmic de la porta s'usa la relació (CL/CD). Aquesta és la relació entre el coeficient de sustentació (CL) i el coeficient d'arrossegament (CD) i ens permet fer-nos una idea sobre la "qualitat hidrodinàmica" de les portes. De fet, quant més baix és aquest número menys ben dissenyada és la porta per aconseguir la obertura de xarxa desitjada i oposar la mínima força possible a l'avanç de l'embarcació. Segons l'angle d'obertura pel qual es volen fer treballar les portes hi han uns coeficients CL i CD determinats. Cal

tenir en compte que cada porta està pensada per treballar òptimament a un cert angle d'atac.

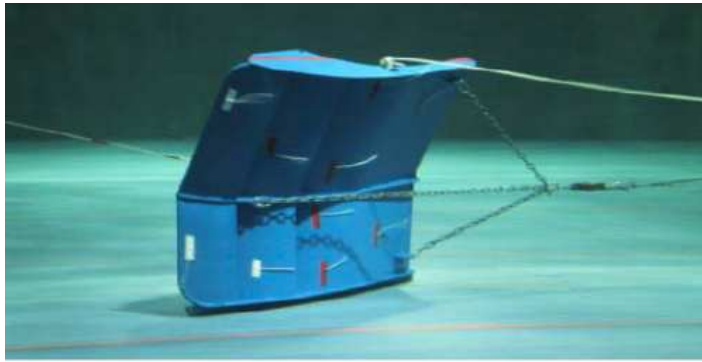
Portes Viking Poly Ice V2.5. Superfície de mampara de 2.5m^2 (1.475×2120) amb un pes de 710 kg. Treballa millor per angles d'atac petits ($25 - 30^\circ$)



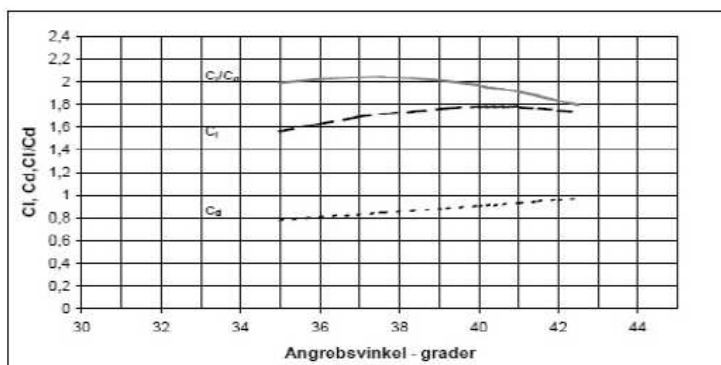
(3; Imatge 1: Portes Vicking Poly Ice V2.5)

Portes Thyboron T-4 de 76" amb un pes de 700kg.

Atenent a la relació de coeficients, es veu com per angles d'atac petits (35°) el seu comportament no és massa bo, però per angles més grans la seva relació de coeficients augmenta considerablement, pràcticament el doble en la majoria de casos.



Model Specifications		Angle of Attack	CL	CD	CL/CD
Length	0,866m	35 deg.	1,68	0,78	1,00
Height	0,530m	37,5 deg	1,71	0,84	2,04
Projected Area	0,352m ²	40 deg	1,77	0,90	1,97
Aspect Ratio	0,797	42,5 deg	1,74	0,95	1,84
Area Ratio	1,00	45 deg	1,58	1,04	1,54
Weight in Air	10,8kg	Maximum CL at			
Weight in Water	9,4kg	40 deg	1,77	0,90	1,97



(3; Imatge 2: Portes Thyboron T-4))

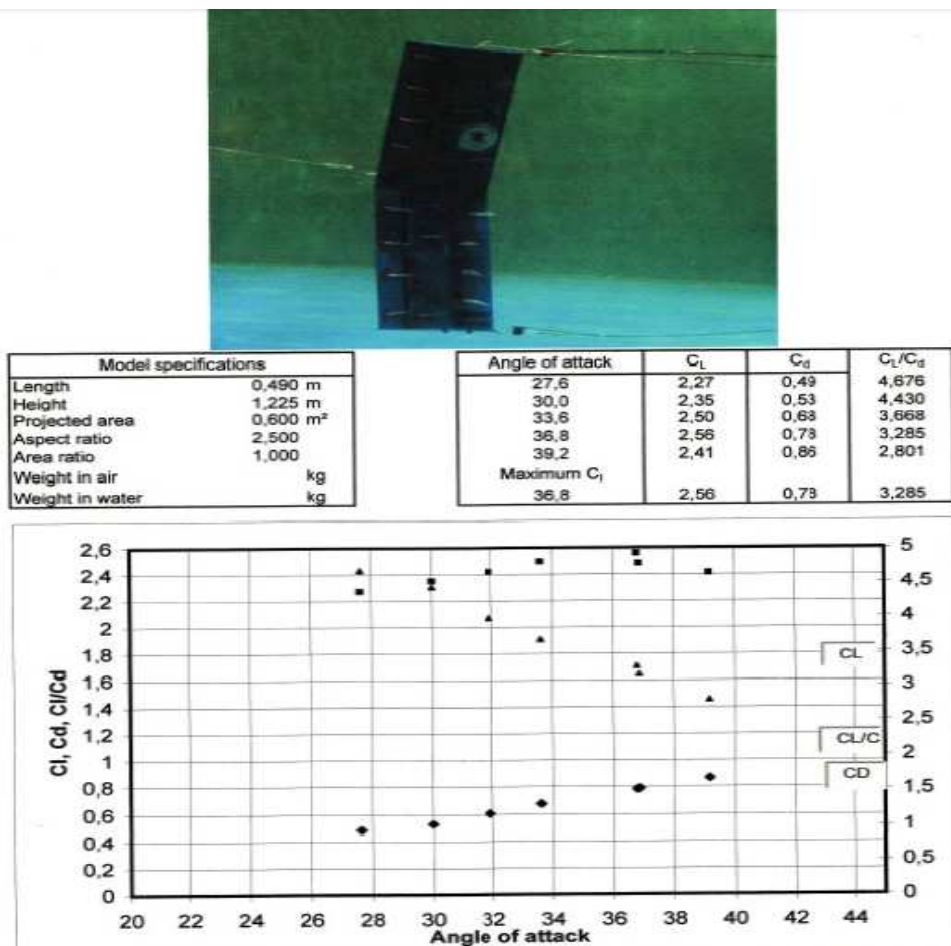
Portes sense contacte amb el fons.

Portes Thyboron T-15VF amb una superfície de 2m² i pes de 250kg. Necessiten una cadena posterior per mantenir la xarxa en contacte amb el fons. Ofereixen l'avantatge de no arrossegar-se pel fons, reduint tant la força de fricció que això suposa com l'impacte biològic sobre el fons que aquesta pròpia fricció ocasiona. A més, el seu pes resulta molt inferior al dels models anteriors. Si es té en compte un pes de cadena de 150 kg, els pes total resulta de 400 kg, però realment, sobre el fons n'actuen només els 150 kg de la cadena.

Si es parla de l'entorn marí al qual actua la pesca per arrossegament aquest sistema de portes resulta ser el més sostenible ambientalment parlant. Això es deu a que en comptes de la porta, el que s'arrossega pel terra és la cadena que manté la xarxa al fons, reduint substancialment la superfície que es clava contra la superfície i per tant, l'erosió sobre el fons marí. Aquest fet a més, té incidència en la qualitat de la captura que esdevé molt superior ja que la pesca realitzada en contacte amb el fons no es veu malmesa pel previ pas de les portes.

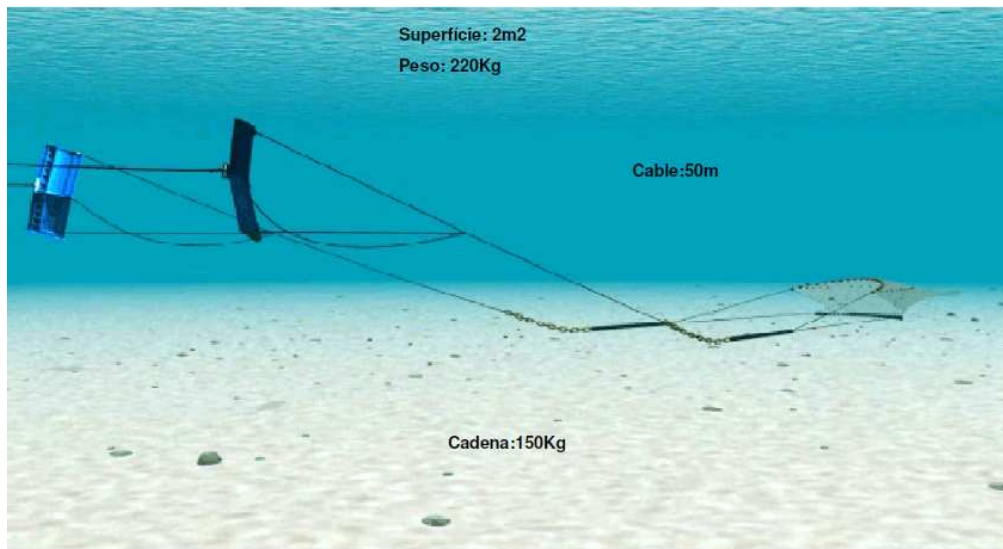
L'ús d'aquestes portes minimitza la resistència de l'equip de pesca. S'assoleixen importants estalvis energètics en quant al consum de l'embarcació i econòmics pel pescador. Per conseqüència, si es redueix el consum, s'emeten menys gasos contaminants a l'atmosfera.

El model de portes sense contacte amb el fons esmentat en aquestes línies presenta una relació de coeficients que augmenta més del doble (angles de 27 i 30°) respecte els casos estudiats amb anterioritat.



(3; Imatge 3: Portes Thyboron T-15VF)

A continuació es mostra un esquema del funcionament de les portes sense contacte amb el fons.



(3; Imatge 4: Portes Thyboron T-15VF)

A la imatge es veu com a diferència dels sistemes convencionals, la porta actua separada del fons marí i aprofita l'ús de cadenes per mantenir la xarxa en contacte amb el fons.

Com s'ha vist en les pàgines precedents, les portes i les xarxes han estat objectiu de múltiples estudis i tecnològicament han evolucionat substancialment en els últims anys. Totes dues, han estat sotmeses a canals hidrodinàmics, programació informàtica i ús de sondes per comprobar-ne el comportament i perfeccionar-lo. Gràcies a això s'han aconseguit equips de pesca molt més eficients.

En canvi, els cables que uniexen el vaixell amb el sistema de pesca no presenten un estudi al darrera tan sòlid. És per això que a continuació el projecte aprofundirà en l'estudi d'aquest tercer element en discòrdia.

Materials

Polímers

Entre els materials d'interès científic i tecnològic n'hi ha alguns de compostos per molècules gegants el pes molecular de les quals supera valors de $10^4 \text{ gr} \cdot \text{mol}^{-1}$ i que genèricament se'ls anomena substàncies macromoleculares. Dins de les substàncies macromoleculares, n'existeixen unes les quals certs principis estructurals es repeteixen amb regularitat, sent el motiu pel qual se les denomina materials polimèrics (del grec poly; molts i mero; segment).

Els materials polimèrics industrials estan constituïts per llargues cadenes de subunitats o mers repetits i que s'uneixen mitjançant unions covalents. Deguda la seva longitud i alt pes molecular solen anomenar-se també alts polímers. Es diferencien d'altres polímers i biopolímers naturals com per exemple l'ADN, per haver estat obtinguts mitjançant un procés de síntesis (polímers sintètics). D'altra banda, els que han estat obtinguts a través de la transformació de productes naturals sense una destrucció apreciable de la macromolècula original es denominen polímers semisintètics.

La principal diferència entre els polímers i els materials amb molècules de mida normal són les seves propietats mecàniques. Els polímers presenten una excel·lent resistència mecànica degut a que les grans cadenes polimèriques s'atrauen. Les forces d'atracció intermoleculares depenen de la composició química del polímer i poden ser de diverses classes. En el cas dels polièsters, aquests presenten unes forces d'atracció molt potents degut als dipols permanents que els conformen.

Classificació

En els alts polímers, s'usen diferents classificacions en funció dels aspectes que es desitgin destacar.

- ▲ Segons el seu origen, com ja s'ha especificat anteriorment, es classifiquen els polímers com naturals, sintètics i semi sintètics segons si provenen de la natura o bé d'un procés de síntesis. Podem afegir doncs, que segons les reaccions de formació durant el procés d'obtenció es classifiquen en:
 - Polimeritzats.
 - Policondensats.
 - Poliaductes.

En els polimeritzats, les macromolècules es formen per la unió de molècules monòmers no saturades amb obertura de doble enllaç i sense que es separin molècules més senzilles.

Ex: Polietilè (PE)

En els policondensats, almenys dos grups de monòmers reaccionen i produeixen els enllaços (Bi, tri o multifuncionals), separant-se algun producte com H_2O , NH_3 , etc.

Alguns exemples: Niló, cel·lulosa.

En els poliaductes, igual que en els policondensats, la reacció es dona entre almenys dos grups polifuncionals però sense haver-hi separació de molècules senzilles.

Ex: Poliuretà.

- ▲ En funció de la forma de les macromolècules s'agrupen segons:
 - Cadenes lineals (paral·leles i en cabdells)
 - Cadenes ramificades
 - Reticles (incloent aquells amb entrecreuaments)
- ▲ Segons la composició química de la macromolècula:
 - Carbopolímers (Contenen només carboni i hidrogen: C,H)
 - Carboxipolímers (Contenen C,O,H)
 - Carboazopolímers (C,N,H i a vegades O)
 - Carbotiopolímers (C,S,H i a vegades O)
 - Siloxipolímers (Si,O,H)
- ▲ Segons les propietats físiques:
 - Elastòmers
 - Termostables
 - Termoplàstics

Els elastòmers posseeixen elasticitat similar al cautxú. Estan constituïts per macromolècules lineals unides transversalment per ponts d'enllaç. Els esforços de tracció i compressió produeixen un desplaçament de les molècules conjunt, fet que dota al cautxú sintètic d'elasticitat.

Els plàstics termostables són materials que degut a l'acció de la calor s'endureixen de manera irreversible. Estan compostos per molècules reticulades que per l'acció de l'enduriment es reticulen encara més. Quan s'escalfen, es descomponen abans de fondre's

Els termoplàstics estan formats per macromolècules lineals o poc reticulades. Quan es sotmeten a calor plastifiquen de forma reversible i fonen sense descomposar-se. Aquestes característiques els fan molt adequats per injeccions, per modelar-los en calent i per laminació o reducció de fibres.

Estructura molecular.

La producció de nous materials s'ha vist possibilitada en gran mesura gràcies al disseny molecular. Per analitzar la relació entre l'estructura i les propietats dels materials polimèrics es comença per considerar les macromolècules que els formen.

Els meros que formen les macromolècules per les quals estan formats els polímers, es mantenen unides mitjançant enllaços covalents. Cada unitat prové d'una molècula elemental capaç d'unir-se amb d'altres de similars per formar una cadena. Aquestes cadenes poden estar dotades de ramificacions i unir-se a altres mitjançant enllaços creuats.

Els polímers que estan formats per un sol tipus de mero se'ls anomena Homopolímers. D'altra banda, un polímer constituït per més d'un tipus de mero es denomina heteropolímer o copolímer. Aquests permeten moltes possibilitats per obtenir polímers amb certes propietats que poden ésser modificades segons la finalitat. El grau de polimerització (n), que indica el nombre de meros que formen cada macromolècula, deixa de tenir influència en les propietats del polímer quan n és suficientment gran. El número de meros influeix en les propietats de la macromolècula i per conseqüència, del polímer. Quan el número d'unitats és baix (menys de 200) les molècules solen denominar-se oligòmers i quan el nombre és superior, polímers, sent les propietats pràcticament independents d'ell.

Plàstics

El terme plàstic (del grec plastikos; modelable) s'aplica a les substàncies de diferents estructures i naturalesa, les quals no tenen un punt fixe d'evaporació i que posseeixen durant un interval de temperatures determinat, propietats d'elasticitat i flexibilitat que permeten donar-los-hi diferents formes i aplicacions. En sentit concret però, es refereix a certs tipus de materials sintètics obtinguts mitjançant fenòmens de polimerització o multiplicació artificial dels àtoms de carboni en les llargues cadenes moleculars de compostos orgànics derivats del petroli i altres substàncies naturals. Les molècules per les que estan compostos poden ser lineals, ramificades o entrecreuades depenent dels tipus de plàstic. Les molècules lineals i ramificades són termoplàstiques (s'estoven amb la calor) mentre que les entrecreuades són termoenduribles (s'endureixen amb la calor).

Les propietats i característiques que conformem la majoria de plàstics, tenint en compte certes excepcions segons el plàstic, són les següents:

- Alta relació resistència/densitat.
- Bon aïllament tèrmic.
- Excel·lent aïllament elèctric.
- Baix cost de producció.
- Fàcils de treballar.
- Solen ser impermeables.
- Aïllament acústic acceptable.
- Resistents a corrosió i diversos factors químics.

- Alguns no són biodegradables i presenten dificultats en el seu reciclatge.
- Molt contaminants en cas de crema.

Anàlisi del comportament dels materials

Actualment la pesca per arrossegament es dota de cables d'acer inoxidable per realitzar l'enllaç entre l'embarcació i la xarxa. A continuació es comparen les característiques que presenta aquest material respecte a materials que poden ser candidats a realitzar la mateixa funció amb èxit. Per l'estudi s'han seleccionat el Polipropilè (PP), la Poliamida 6 i el Polièster Tereftalat de Polietilè (PET).

Acer inoxidable

L'acer inoxidable, sol definir-se com un aliatge d'acer amb un mínim de 10% de crom a la seva massa.

Es tracta d'un acer pur que gràcies al crom, és resistent a la corrosió. Això és així degut a que la reacció del crom amb l'oxigen forma una capa passiva. Tot i això, alguns àcids poden afectar a aquesta capa provocant l'oxidació via mecanismes intergranulars o per picadures generalitzades. En alguns inoxidables si troben altres materials com el níquel o el molibdè.

Com tots els tipus d'acer, l'inoxidable es tracta d'un material simple. Tots els acers presenten en comú el fet que el seu principal component és el ferro al qual si afegeix una petita quantitat de carboni. L'acer inoxidable apareix quan s'afegeix una mínima quantitat de crom (per aconseguir propietats inoxidables és del 12%). Aquest li proporciona un aspecte brillant i el fa resistent a la brutícia així com a la corrosió.

Tipus d'acers inoxidables.

Hi ha diferents tipus d'acers inoxidables segons la seva estructura cristal·lina. Els austenítics, els martensítica i els ferrítics. L'amplia gamma de propietats mecàniques juntament amb la gran resistència a la corrosió fan d'aquest acer quelcom molt usat.

- Austenítics. Correspon a les sèries 300. Corresponen a més del 70% de la producció total d'acer inoxidable. Contenen un màxim de 0.15% de carboni, un mínim del 16% de crom així com una quantitat suficient níquel o magnesi per poder mantenir una estructura

austenítica a qualsevol temperatura. Els més usats són el 304, també anomenat "acer de les eines" i el **316**, usat en aplicacions marines degut al seu increment de resistència a la corrosió.

- Ferrítics. Solen posseir millors propietats mecàniques que els austenítics però d'altra banda, presenten una menor resistència a la corrosió degut al seu menor contingut en níquel i crom. També són més econòmics. Contenen entre un 10.5% i un 27% de crom i una petita part de níquel. La majoria incorporen molibdè i alguns alumini o titani.
- Martensítics. Els acers inoxidable martensítics presenten una resistència a la corrosió similar a les varietats austenítiques i a més, poden ser més endurits. El més comunament usat és el 17-4PH. La seva composició respon a un 17% de crom i un 4% de níquel.
- Acers inoxidable Dúplex. Compostos per una estructura mixta austenítica-ferrítica en proporcions de 50/50 tot i que en materials comercials també sol usar-se una proporció corresponent a 40/60. Els acers inoxidable dúplex presenten una major resistència a la corrosió localitzada que els inoxidable austenítics. Els dúplex presenten uns percentatges elevats de crom (19-32%) i de molibdè (>5%) i un contingut de níquel menor que els acers austenítics.

L'acer AISI 316 és, com s'ha esmentat anteriorment, l'usat en aplicacions marítimes. Presenta les següents especificacions. (composició química en % . Valors màxims.)

- Designació UNS: S31600
- C (carboni): 0.035
- Mn (magnesi): 2
- P (fòsfor): 0.04
- S (sofre): 0.03
- Si (silici): 0.75
- Cr (crom): 16 a 18
- Ni (níquel): 10 a 14
- Mo (molibdè): 2 a 3

En la flota de pesca per arrossegament catalana, s'acostumen a emprar cable d'acer inoxidable AISI 316. En aquest cas, es tracta d'un cable amb ànima metàl·lica de 7x19 i diàmetres que oscil·len entre els 12 i els 16 mil·límetres, sent aquest últim el més usat.



Està confeccionat per la següent estructura:

- Ànima metàl·lica de 7x19.
- 7 cordons de 19 filferros respectivament.
- Mateix sentit de torsió en les diferents capes.
- Tots els filferros presenten el mateix diàmetre.
- Cordons cablejats al voltant de l'ànima en sentit horari.

La gamma de cables disponibles:

Diàmetre	Punt de trencament (kg)	Punt de trencament (daN)	kg/m
0,005	1400	1372,92	0,086
0,008	3400	3334,24	0,236
0,01	5310	5207,31	0,363
0,012	7650	7502,05	0,563
0,014	10400	10198,87	0,767
0,016	13600	13336,99	0,97

(4)

Polièster PET

Es tracta d'un polímer que s'obté mitjançant una reacció de policondensació entre l'àcid tereftàlic i l'etilenglicol. Pertany al grup de materials sintètics denominats polièsters.

A continuació s'exposa una gràfica amb un recull de les principals característiques del material termoplàstic en qüestió:

Forma molecular	$(C_{10}H_8O_4)_n$
Densitat amorfa	1,370 g/cm ³
Densitat cristal·lina	1,455 g/cm ³
Mòdul de Young (E)	2800-3100 Mpa
Pressió σ_t	55-75 MPa
Límit elàstic	50-150%
Test notch	3,6 kJ/m ²

Temperatura de cristal·lització	75 °C
Punt de fusió	260 °C
Viscat B	170 °C
Conductivitat tèrmica	0,24 W/(m·K)
Coeficient de dilatació lineal (α)	$7 \times 10^{-5}/K$
Calor específica (c)	1,0 kJ/(kg·K)
Absorció d'aigua ASTM	0,16
Índex de refracció	1,5750
Cost	0,5–1,25 €/kg

(5)

Alguns dels aspectes que propicien l'ús d'aquest material són:

- Actua de tanca contra gasos com el CO₂, la humitat i l'O₂.
- Transparent tot i que admet colorants.
- Impermeable.
- Lleuger.
- Lleument tòxic.
- Inert.
- Alta duresa i rigidesa, presentant resistència als esforços permanents i al desgast.
- Alta resistència química i bones propietats tèrmiques.
- Totalment reciclable.
- Estable a la intempèrie.
- Alta resistència al plegat i baixa absorció d'humitat.

A més, l'aplicació d'aquest material en cables marítims presenta les següents característiques:

- Estabilitat dimensional.
- Elevada resistència a la tracció per mm^2 .
- Capacitat d'absorció de xocs amb allargament limitat.
- Insensible a la corrosió.
- Alta resistència al fregament.
- Alta resistència a la compressió (1 tona per cm^2).
- Lleuger.
- Memòria elàstica després d'un esforç a tracció.
- Preu.
- Vida útil elevada.

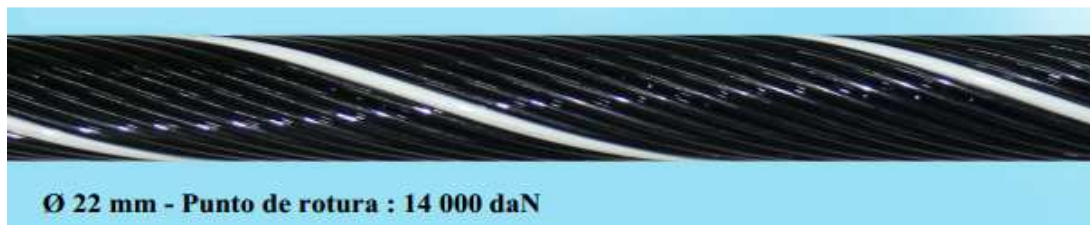
Cablejat disponible.



(6; Imatge 4: Cable PET Deltex)

Per poder escollir els cable idoni per realitzar l'estudi de viabilitat s'ha contactat amb el fabricant de cables DELTEX que ha proporcionat la gamma de cablejat de PET del qual disposa.

El cable de PET proposat consta d'una línia (o eix central) al voltant de la qual si torcionen una sèrie de 6 capes amb un número creixent de línies. Construcció comú on totes les línies presenten el mateix diàmetre.



(7; Imatge 5: Cable PET)

La gamma proporcionada de cable per ús marítim és la següent:

Diàmetre	Punto de rotura	Peso por metro	Longitud bobina pequeña y grande
5 mm	940 daN	24 g	3 500 m*
8 mm	2 500 daN	63 g	3 500 m*
11 mm	4 000 daN	100 g	1 250 ou 2 500 m*
16 mm	7 000 daN	227 g	3 000 m*
19 mm	11 000 daN	282 g	2 000 m*
22 mm	14 000 daN	325 g	2 000 m*
27 mm	21 000 daN	570 g	2 000 m*
32 mm	30 000 daN	904 g	2 000 m*
34 mm	35 000 daN	948 g	2 000 m*

* : hasta

(8)

Com es pot comprovar si es calcula, la densitat del cable no correspon a la densitat del Tereftalat de Polietilè. Això respon al fenomen anomenat "empaquetament". Aquest indica que degut al procés de construcció o entramat del cable, no tot el seu diàmetre queda "ple" de material i per tant, part del seu interior és buit.

$$\rho_{PET} = 1390 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{Aire} = 1.2 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{Aigua} = 1026 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{Cable} = \text{Pes} / \text{Àrea} = 0.325 / \left(\frac{\pi \cdot 0.022^2}{4} \right) = 854.9 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Àrea total cable (tant per 1)} = 1$$

$$\text{Àrea Ocupada per PET} = A1$$

$$\text{Àrea ocupada per aire} = 1 - A1$$

$$\rho_{cable} = \rho_{PET} \cdot A1 + \rho_{aire} \cdot (1 - A1)$$

$$A1 = 0.6147 \text{ (61.47\%)}$$

$$A2 = 0.3853 \text{ (38.53\%)}$$

$$\rho_{ple \text{ d'aigua}} = \rho_{PET} \cdot A1 + \rho_{aigua} \cdot A2$$

$$\rho_{ple \text{ d'aigua}} = 1249.75 \text{ kg/m}^3$$

Si el cable s'omplís d'aigua durant la pesca, aquesta seria la seva densitat. De totes maneres, els càlculs s'han realitzat sense tenir en compte aquests valors per equiparar-los als de l'acer, on tampoc ha estat així.

Polipropilè

Forma molecular	$(C_3H_6)_n$
Densitat amorfa	0,855g/cm ³
Densitat cristal·lina	0,946 g/cm ³
Punt de fusió	130–171°C

(9)

El Polipropilè (PP) és un polímer termoplàstic molt usat dins el mercat actual en una gran varietat d'aplicacions. La majoria del Polipropilè comercial és un polímer isostàtic amb un nivell de cristal·linitat indeterminat depenent si es tracta de Polipropilè de baixa densitat (LDPE) o bé de Polipropilè d'alta densitat (HDPE). Es tracta d'un material que sol ser dur i flexible, especialment, quan forma un Copolímer amb l'Etilè. Això fa que el PP sigui usat habitualment en enginyeria plàstica. Resulta raonablement econòmic i pot ser presentat translúcid o bé opac si es pigmenta. El Polipropilè presenta una bona resistència a la fatiga.

El PP es pot separar en tres grups genèrics; Homopolímer, copolímer al azar i copolímer en bloc.

El Polipropilè és susceptible a patir degradació a causa de l'exposició als rajos ultraviolats així com sol presentar oxidació a cada unitat de 3 àtoms de carboni. Per evitar el deteriorament a causa de dels rajos del sol en ús extern és necessari l'ús de additius que absorbeixin els rajos ultraviolats. Per evitar la degradació a causa de l'oxidació també s'acostumen a afegir antioxidants.

Algunes de les propietats destacables del Polipropilè:

- Rang de temperatura de treball: 0°C a 100°C.
- Gran capacitat de recuperació elàstica.
- Resistent a l'aigua bullent, per tant, es pot esterilitzar sense deformació.
- Gran resistència a la penetració de microorganismes.
- Gran resistència als detergents comercials a una temperatura de 80°C.
- Flota a l'aigua.

Es tindrà en compte la següent taula de cablejat:

CABLE DE POLIPROPILENO			
Diàmetro (en in y mm)	Rendimiento (m/kg.)	Resistencia Aprox. a la Tensión (kg.)	Peso Aprox. del rollo (kg.)
3/16 (4mm)	112	200	12
1/4 (6mm)	55	400	20
5/16 (8mm)	35	700	20
3/8 (10mm)	20	1050	25
7/16 (11mm)	17	1300	25
1/2 (13mm)	12	1850	30
5/8 (16mm)	8.5	2700	38
3/4 (19mm)	6	3450	45
1 (25mm)	3.5	6100	55

(10)

Poliamida 6

La Poliamida és un polímer que conté monòmers de grups funcionals de amides units per enllaços peptídics. Aquests poden ésser formats naturalment com és el cas de la llana, o bé poden reproduir-se de manera artificial talment com la Poliamida.

D'acord amb la composició de la seva cadena principal, es classifiquen com:

Família	Cadena principal	Exemples
Alifàtiques	Alifàtic	PA6 i PA6.6
Poliftalmides	Semi aromàtic	PA 6T
Aramides	Aromàtic	Etilendiamina + àcid tereftàlic

(11)

Si es classifica en base al número de repeticions d'unitats les Poliamides es poden segregar segons Homopolímers o Copolímers. Per últim també es pot dividir segons la seva cristal·linitat sent Semi cristal·lins o bé Amorfs.

El Niló 6 es tracta d'un Homopolímer semi cristal·lí alifàtic que fou desenvolupat amb l'objectiu de reproduir les propietats del Niló 6,6 però sense violar la patent en la seva producció. A diferència de la majoria de Poliamides, el Niló 6 no es tracta d'un polímer obtingut mitjançant polimerització. Al seu inici, el Niló 6 es tracta de Caprolactama pur, el qual posseeix 6 carbonis (D'aquí el seu nom).

Les fibres de Niló 6 són dures posseint una elevada resistència a la tensió així com una bona elasticitat. És resistent tant a l'abrasió com a reaccions químiques amb àcids o alcalins. Les fibres poden absorbir fins un 2,4% d'aigua fent-les menys resistents a la tensió.

En resum, es poden considerar les següents característiques:

- Rang de temperatura de treball: -40°C a +90°C
- Alta resistència mecànica.
- Bona resistència a la fatiga.
- Alt poder esmorteïdor.
- Bones propietats de lliscament.
- Resistència excel·lent al desgast.
- Auto extingible.

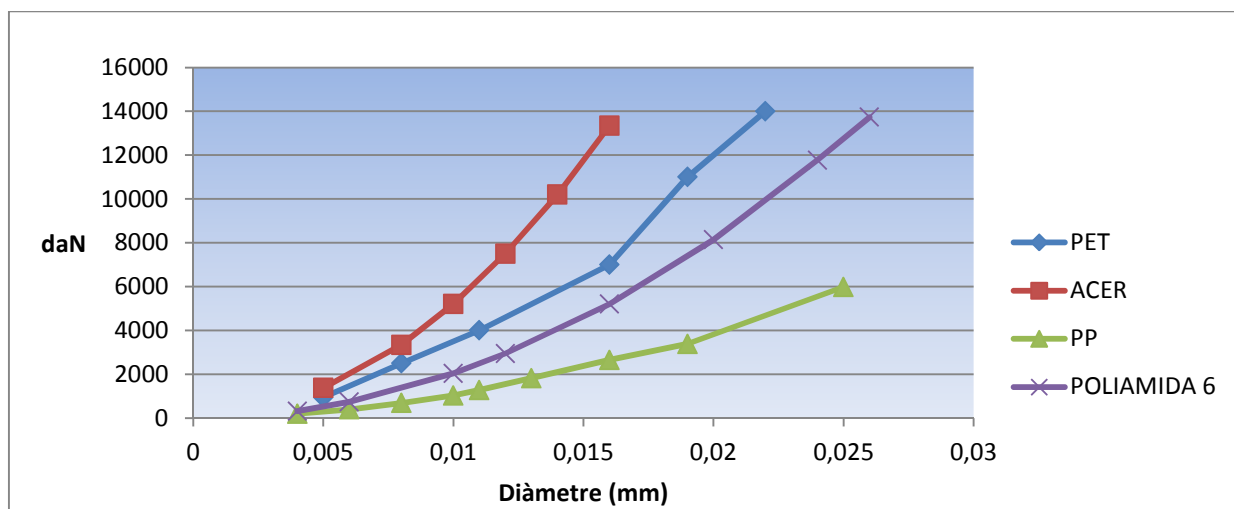
El cablejat de poliamida del qual es disposa és el següent:

Ø mm	Circ. Pulgadas	Metraje Kg/100m	Metraje lb/100ft	Carga Rotura kfg	Carga Rotura lb
4	1/2"	1.05	0.7	320	700
5	5/8"	1.65	1.1	500	1.100
6	3/4"	2.25	1.5	750	1.650
8	1"	4.00	2.7	1.350	2.970
10	1 1/4"	6.20	4.2	2.080	4.580
12	1 1/2"	8.90	6.0	3.000	6.600
14	1 3/4"	12.20	8.2	4.100	9.030
16	2"	15.80	10.6	5.300	11.675
18	2 1/4"	20.00	13.4	6.700	14.760
20	2 1/2"	24.50	16.4	8.300	18.280
22	2 3/4"	30.00	20.1	10.000	22.030
24	3"	35.50	23.8	12.000	26.430
26	3 1/4"	42.00	28.2	14.000	30.840
28	3 1/2"	48.50	32.6	15.800	34.800
30	3 3/4"	55.50	37.3	17.800	39.210

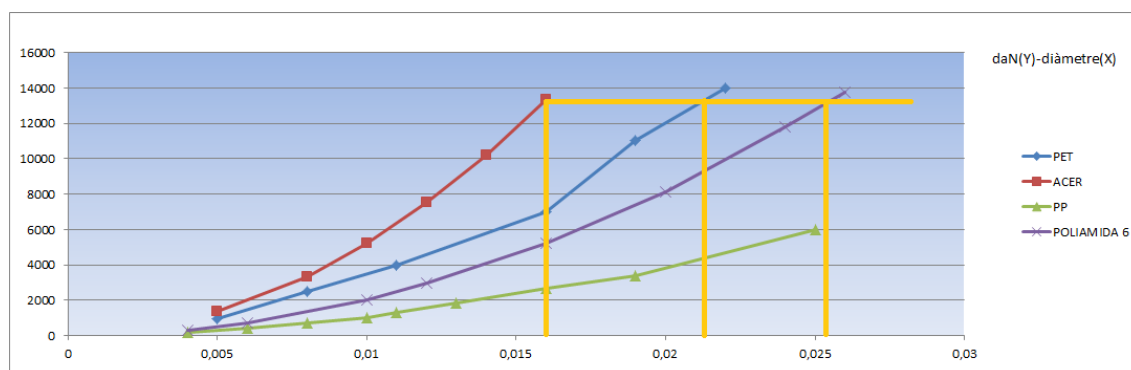
(12)

Comparativa dels materials

Gràfica punt de trencament – diàmetre



S'observa com el PET és d'entre els polímers estudiats el que presenta un comportament més proper al del acer. En el cas de la pesca per arrossegament és habitual usar diàmetres de 16 mil·límetres per l'acer inoxidable 316. Segons el que s'extreu d'aquest gràfic i si tracem una línia des dels 16 mil·límetres:

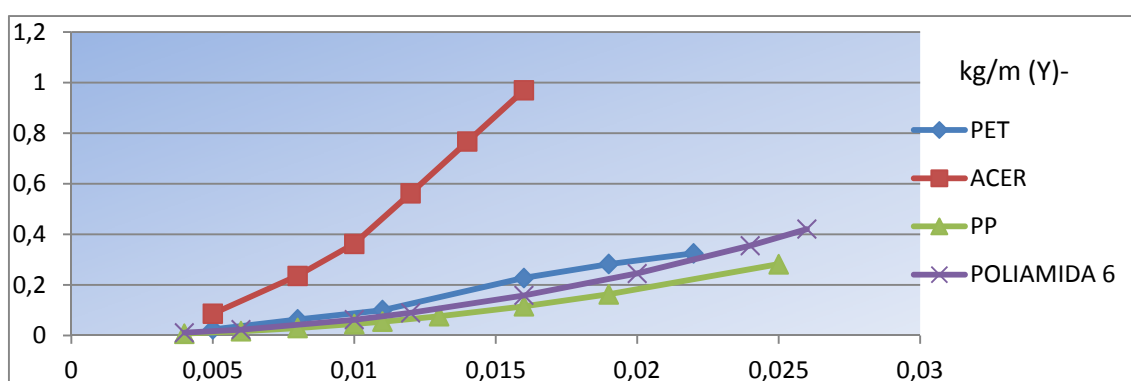


Per aconseguir un cable de resistència similar fan falta els següents diàmetres:

Material	Diàmetre requerit	Diàmetre cable disp.
AISI 316	16 mm	16 mm
Tereftalat de polietilè	22 mm	22 mm
Poliamida	25 mm	26 mm
Polipropilè	-	-

En aquest aspecte, el PP presenta un comportament clarament inferior a la resta. El material no assolix la resistència necessària ni doblant el diàmetre de l'AISI 316.

Gràfica pes per metre – diàmetre



En la gràfica es pot veure com tots els polímers presenten unes condicions similars en quant a pes, sent el PET el material de major pes per metre. Tot i així, tots tres queden molt allunyats dels valors que presenta l'AISI 316. Degut als resultats obtinguts pel polipropilè anteriorment, aquest ja queda descartat com a possible substitut de l'AISI 316. Tenint en compte que la poliamida presenta valors de pes inferiors als del polièster cal veure quin és el pes per metre dels diàmetres de cable vàlids per cada cas.

	Diàmetre (m)	Punt de trencament (kg)	Punt de trencament (daN)	kg/m
Polièster	0.022	14276,08	14000	0,325
Poliamida	0.026	14000	13729,21	0,42

S'extreu de la taula que tot i tenir un pes per metre superior, el cable de PET necessari per realitzar correctament la funció d'arrossegament és més lleuger que el de poliamida. A part, cal destacar que quan major és el diàmetre del cable respecte el d'AISI 316, més grans són les possibilitats que els elements instal·lats a bord per recollir el cable presentin problemes de comportament.

Allargament a la ruptura %

Allargament a la ruptura	%
PET	15
PP	600
POLIAMIDA 6	200
AISI 316	40

Es veu com el PET és el material més fràgil dels 4. En qualsevol dels casos, un correcte dimensionament del cable evita que aquest factor tingui una incidència crítica dins el funcionament del sistema.

Atenent a les 3 variables estudiades queda clar que el polièster presenta les característiques més adequades per ser usat com a material per la confecció de cables de pesca. Cal destacar que el diàmetre de cable necessari per

realitzar la funció és el més petit d'entre les opcions estudiades i que a més, aquest presenta el valor de pes més reduït.

Resistència respecte les condicions ambientals

Quan es valora la possibilitat de canviar un element d'un sistema que treballa a la intempèrie és important valorar en quines condicions ho fa, encara més quan parlem del mar. Per tant, és important veure com reacciona aquest esmentat element davant l'acció del sol, la corrosió de l'aigua del mar o el desgast pel contacte amb el fons entre d'altres i poder així, comparar el comportament respecte el material usat actualment.

En aquest sentit, cal destacar que el material que sembla ser més adequat per la substitució del cable d'acer inoxidable 316, el tereftalat de polietilè, presenta característiques correctes. Respecte a la corrosió del mar presenta insensibilitat, per tant, és un factor important a tenir en compte respecte l'ús dels materials metàl·lics, per molt que siguin inoxidables. El seu comportament a la intempèrie és estable resistint l'acció solar sense acusar deteriorament. És impermeable i no presenta problemes relacionats amb les baixes temperatures. També s'ha de destacar que disposa d'una bona resistència al desgast per fricció, com la que es produeix al fons al entrar en contacte amb el sòl marí.

La capacitat d'allargament del polièster precisa de l'estudi del comportament del cable a llarg del temps, per tant, cal comprovar el cicle de vida del material.

Segons estudis realitzats pels fabricant DELTEX, els cables de polièster presenten les següents característiques al ser avaluats a llarg termini.

Cable usat per l'assaig: diàmetre 2 (mm) , punt de ruptura: 205 kgf

Vida útil sotmès a:

Punt de ruptura (%)	Càrrega (kgf)	Hores fins trencament (h)
95	195	10
90	185	398
85	175	840
80	165	No s'ha trencat després de 42000 hores .

Després d'analitzar les característiques dels diferents materials i de dur a terme les comparatives per poder establir quina opció resulta més vàlida com a possible substitut de l'acer inoxidable 316, queda clar que el Polièster es presenta com la opció més raonable degut a les seves característiques mecàniques, més assenyalades per dur a terme la permutació amb l'acer que la resta de possibilitats estudiades.

També cal destacar que per les seves prestacions, el PET es presenta com una opció vàlida per millorar el comportament del material emprat actualment per desenvolupar la funció de nexa entre el sistema "portes-xarxa" amb el vaixell de pesca.

Simulacions

Model simplificat de la interacció entre cable, portes i xarxes d'arrossegament

Un cop estudiades i contrastades les propietats mecàniques del PET, cal estudiar quin comportament desenvolupa com a cable d'arrossegament. Per poder establir quin seria el funcionament del cable en qüestió s'usa un Model matemàtic simplificat del comportament dels arts de pesca d'arrossegament (en suport informàtic).

Fitxer adjunt PDF (FISH2629)

Es tracta d'un model que permet obtenir, entre d'altres, dades sobre l'operació d'arrossegament tals com la força d'arrossegament total necessària, la distribució de tensions al cable o balanços de forces que es produeixen a les portes per diferents velocitats i profunditats d'arrossegament.

La simplificació del model té com a objectiu evitar llargs temps de càlcul. Principalment, la simplificació duta a terme té incidència en la xarxa on només es tenen en compte la resistència total de la xarxa i l'obertura entre calons. Així doncs, el model permet predir la configuració del sistema resolent les equacions d'equilibri de les portes i les equacions que governen el comportament del cable.

Hipòtesis del model.

El comportament del mecanisme de pesca pot veure's afectat durant la maniobra de treball per múltiples factors dependents del temps així com altres factors impredecibles com ara les irregularitats del fons marí, onades i/o corrents marines. Per evitar complicar el problema, se suposa un escenari ideal amb les següents hipòtesis: Simetria de l'art de pesca per un pla vertical que conté el vaixell, estat continu (velocitat constant sense onades ni corrents i en la direcció del vaixell) i fons marí pla. Finalment, també es considera que les portes treballen verticals (ni escoren ni talonegen).

Les equacions de govern del model i la seva resolució queden detallats al model *Fitxer adjunt PDF (FISH2629)*

Simulacions

A continuació es mostren els resultats de les simulacions dutes a terme.

Simulació 1

Correspon a la simulació equivalent a un cable d'acer inoxidable 316 de 450 m, que és la longitud de cable estipulada per la pesca a profunditat de 70 metres. Seguidament, s'han simulat longituds al voltant d'aquesta amb cable de tereftalat de polietilè amb l'objectiu de veure quina és la longitud de cable ideal per la pesca amb aquest nou material.

DADES DE PESCA:

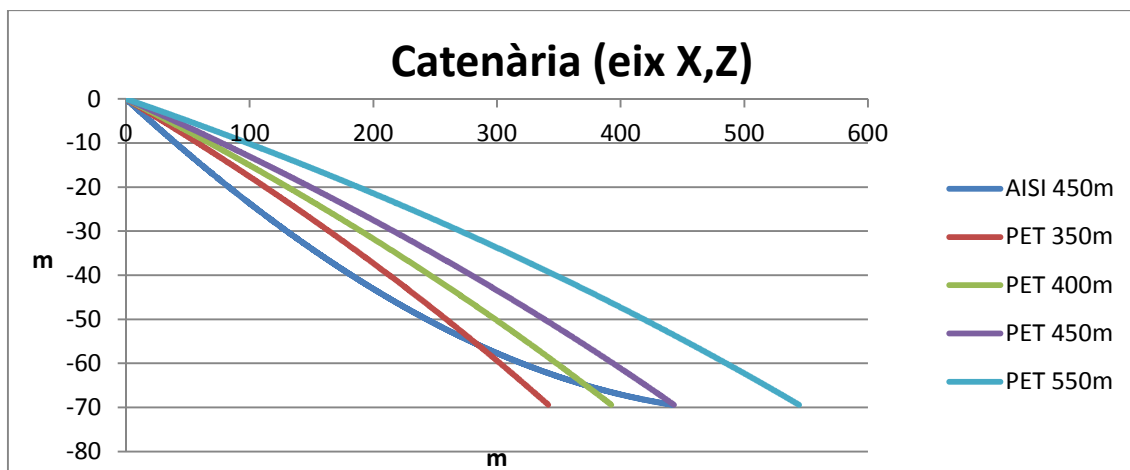
PROFUNDITAT	70 metres
Velocitat embarcació	3 kn
Densitat aigua	1026 kg/m3

En el cas del polièster, s'han realitzat diferents mesures de longitud de cable al voltant de la longitud estàndard de 450 equivalent a la profunditat de 70 metres. Això ens permet entendre com evoluciona el comportament del sistema a mesura que s'escurça o s'allarga el cable.

A sota, es mostra una taula amb els principals resultats obtinguts:

		POLIÈSTER					AISI 316	
LONGITUD CABLE		350	400	450	550	m	450	m
OBERTURA PORTA		69,59	73,07	75,4	78,96	m	75,16	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)		11,95	-0,05	-12,77	-35,3	kg	-187,61	kg
TENSIÓ UNIÓ SUPERFÍCIE		12720,99	12774,9	12844,3	12999,64	N	14133,69	N
TENSIÓ UNIÓ PORTA		12483,87	12494,05	12519,99	12589,07	N	13346,35	N
F QUE REP L'EMBARCACIÓ		25441,98	25549,8	25688,59	25999,28	N	28267,38	N
F. SENTIT VERTICAL		25093,73	25291,26	25490,7	25876,15	N	27372,63	N
F. SENTIT HORITZONTAL		4195,14	3625,53	3182,45	2527,32	N	7055,76	N
DIF FORÇA CABLE AISI		2825,4	2717,58	2578,79	2268,1	N		
DIF FORÇA CABLE AISI		9,995266629	9,613838	9,12284761	8,023736	%		
ANGLE PORTA-CABLE		13,83	12,25	11,04	9,32	º	2,48	º
OBSERVACIONS		No toca fons.						

A continuació s'exposa una gràfica on es veuen reflectides les formes que adopten els cables dins l'aigua segons el simulador en aquestes condicions de treball.



En aquesta gràfica, realment només s'aprecia la llargada del cable fins les portes hidrodinàmiques. Això facilita la visualització del resultat. De totes maneres, si s'observa la gràfica amb cura es pot apreciar com el cable d'acer necessita aproximadament 150 metres per separar-se 10 metres del fons. D'altra banda, per igual longitud de cable de polièster no són necessaris més de 50 metres per assolir igualment alçades de 10 metres respecte el fons marí. Aquest factor té la seva incidència en l'arrossegament del cable pel fons.

Diferències de comportament. Valors més destacables.

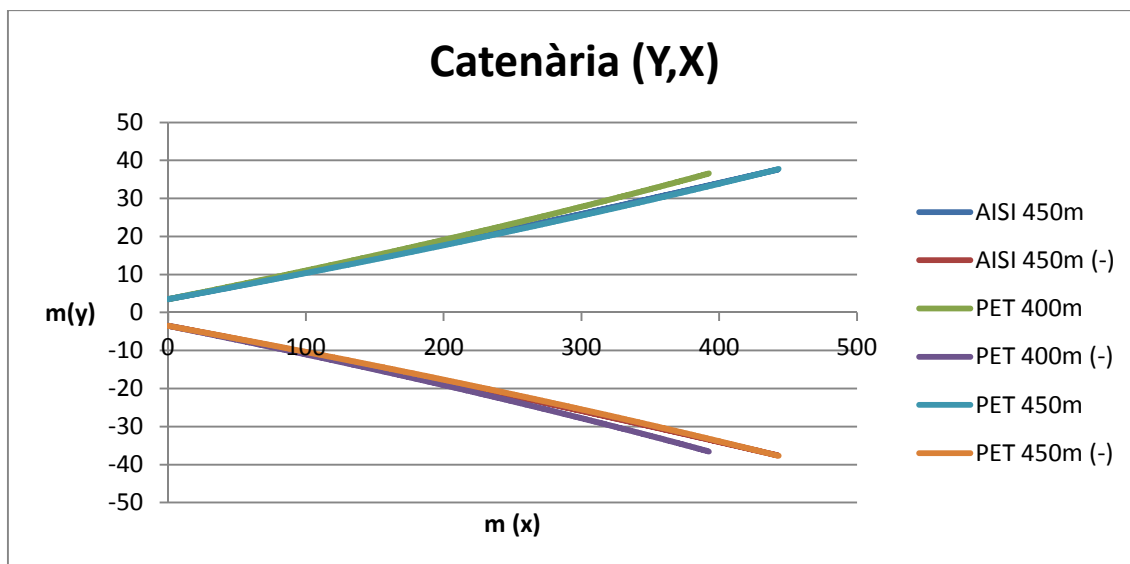
Obertura de les portes.

	POLIÈSTER						AISI 316	
LONGITUD CABLE	350	400	450	550	m		450	m
OBERTURA PORTA	69,59	73,07	75,4	78,96	m		75,16	m

El model de cable estàndard de 450 metres d'acer inoxidable presenta una obertura entre portes de 75,16 metres.

Respectivament, el models de polièster oscil·len entre obertures de porta de 69,59 metres pel model de 350 metres i de 78,96 metres pel cable de llargada 550 metres. Això vol dir que es mouen en valors de aproximadament + - 4 metres respecte la simulació duta a terme pel cable AISI 316. Els valor més proper correspon al de 450 metres que presenta una obertura de 75,4 metres, és a dir, 24 centímetres més d'obertura.

En les proves realitzades a aquesta profunditat, les portes pateixen una alteració de la seva obertura poc determinant, entrant dins els paràmetres habituals per cables d'acer.



Degut a la gran similitud de la catenària que es forma en aquest eix en les simulacions de 450 metres tant de polièster com d'acer, la seva diferència és pràcticament imperceptible al dibuix. La gràfica s'ha dibuixat simètricament per "y" negativa amb l'objectiu de reflectir els dos cables usats en el procés de pesca. Aquest pla permet apreciar la variació d'obertura de portes.

Reacció del fons (Rf)

	POLIÈSTER						AISI 316	
LONGITUD CABLE	350	400	450	550	m		450	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)	11,95	-0,05	-12,77	-35,3	kg		-187,61	kg

La R_f es veu reflectida a la coordenada Z.

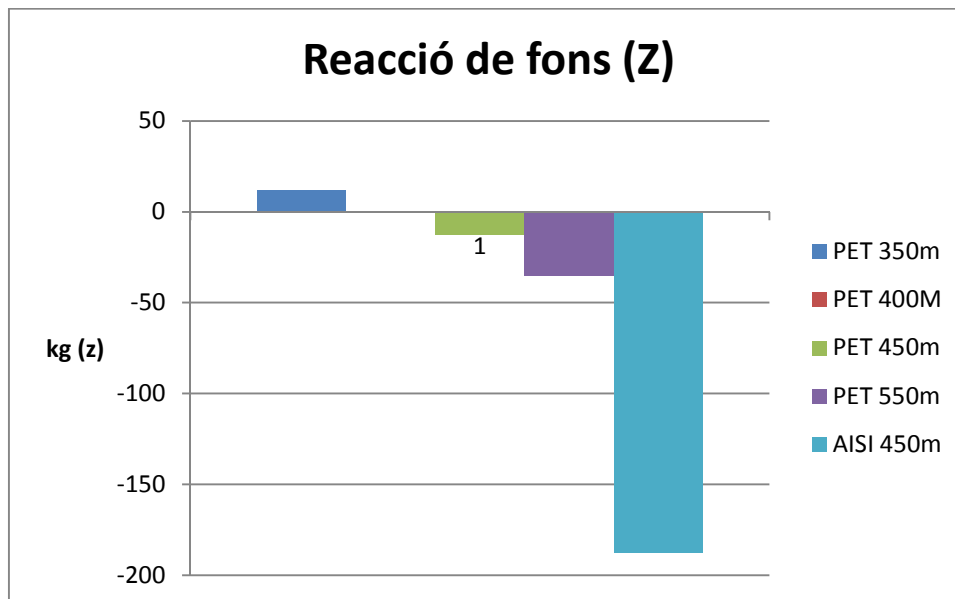
El cable de polièster de longitud 450 m obté un reacció del fons de -12.77 kg. Això indica que sobre les portes hidrodinàmiques actuen 12.77 kg de força com a reacció del fons marí. Aquest paràmetre ens proporciona una idea sobre la degradació que produeix la porta sobre els fons marí així com alhora, també ens indica el desgast que pateix la porta a causa del fregament.

En el cas del cable d'acer inoxidable el valor R_f arriba fins els -187.61 kg. Això ens indica que el desgast que es produeix tant al sòl com a la porta és considerablement major.

Quan retallem els metres de cable de polièster s'observa com aquest valor passa als 4.6 i -5.54 kg respectivament per les longituds de 350 i 400m. D'aquí s'extreu que en longituds de 350m de cable i a una velocitat de 3kn el diferencial de pes del cable respecte les portes provoqui que aquestes s'aixequin i perdin el contacte amb el fons. Això fa preveure que el comportament serà inestable degut a que els sistemes convencionals usen

portes que no estan pensades per treballar sense contacte i pressió sobre el fons marí. D'altra banda, per la longitud de 400 m s'aconsegueix que el fregament de les portes amb el fons disminueixi fins al -0,05kg. **Això suposa una diferència de 187,56 kg respecte el cable d'acer inoxidable 316.**

Pel que respecte a l'augment de cable fins a llargades de 550 metres es contrasta la línia ascendent en el material polimèric estudiat. Els valors de Rf són de -35,3 kg sent igualment, un valor força inferior al del cable convencional.

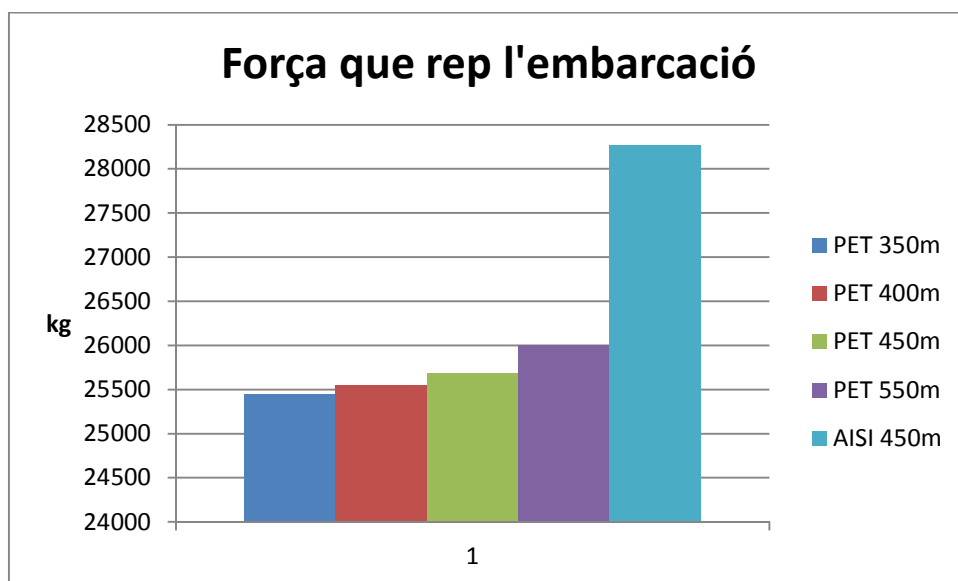


Força que rep l'embarcació.

		POLIÈSTER					AISI 316	
LONGITUD CABLE		350	400	450	550	m	450	m
F QUE REP L'EMBARCACIÓ		25441,98	25549,8	25688,59	25999,2 8	N	28267,3 8	N
F. SENTIT VERTICAL		25093,73	25291,2 6	25490,7	25876,1 5	N	27372,6 3	N
F. SENTIT HORITZONTAL		4195,14	3625,53	3182,45	2527,32	N	7055,76	N
DIF FORÇA CABLE AISI		2825,4	2717,58	2578,79	2268,1	N		
DIF FORÇA CABLE AISI		9,99526662 9	9,61383 8	9,1228476 1	8,02373 6	%		

Aquest paràmetre pot reflectir-se dividit en la força que rep l'embarcació en sentit vertical (z) i horitzontal (x) o bé, es pot indicar usant la resultant de la força rebuda en aquestes dues direccions (El simulador omet la

component "y" perquè es considera igual la força als dos cables en aquest eix i per tant al sumar-se s'anul·len).



Si s'observen els resultats dividits en les seves respectives coordenades, es veu com a mesura que disminueix la llargada del cable augmenta la força en sentit vertical, mentre que la horitzontal disminueix. Això s'entén fàcilment usant la suma de vectors.

Si s'analitzen els resultats en comparació amb els del cable d'acer inoxidable s'obtenen les següents diferències per les llargades de 400 i 450 metres de polièster:

$$\text{Dif F.rebuda} = F.\text{AISI450} - F.\text{PET400} = 28267,38 - 25549,8 = 2717,58 \text{ N}$$

$$\text{Dif F.rebuda} = F.\text{AISI450} - F.\text{PET450} = 28267,38 - 25688,59 = 2578,79 \text{ N}$$

Aquesta diferència suposa percentualment una reducció de força rebuda a l'embarcació de:

$$\text{PET 450 metres} = (2578,79 / 28267,38) * 100 = 9,122\%$$

$$\text{PET 400 metres} = (2717,58 / 28267,38) * 100 = 9,613\%$$

Angle porta-cable

	POLIÈSTER						AISI 316	
LONGITUD CABLE	350	400	450	550	m		450	m
ANGLE PORTA-CABLE	13,83	12,25	11,04	9,32	º		2,48	º

Aquest angle, que en el simulador es coneix com "angle de pitch", fa referència a l'angle que forma el cable respecte la porta al pla (x,z) des de

l'eix d'abscisses. Aquest augmenta significativament al usar el cable de PET. Això es deu a que degut a la seva flotabilitat, el cable de polièster no presenta en ell mateix una força oposada a la seva unió amb l'embarcació.

En cas que aquest angle suposi un problema d'estabilitat per les portes, es pot solucionar modificant la geometria de les potes de gall que uneixen la porta amb les malletes.

A continuació es presenten les dades completes obtingudes pel simulador.

SIMULACIÓ	SIMULACIÓ
Simbou versio : 3.0 Data : 17/10/2012 a les 10:44 Error : no	Simbou versio : 3.0 Data : 8/10/2012 a les 11:36 Error : no
DATOS DE ENTRADA	DATOS DE ENTRADA
GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.00 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 70.0 m	GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.00 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 70.0 m
ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NIL LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 20.0 m	ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NIL LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 20.0 m
MALLETA LONGITUD : 106.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m	MALLETA LONGITUD : 106.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m
PUERTA MODELO : GRILL PESO (SUPERFICIE) : 280.00 kg ALTURA : 1.15 m LONGITUD : 1.80 m ANCHURA MEDIA : 0.09 m AREA : 2.000 m2 POSICION CABLE : POS-1	PUERTA MODELO : GRILL PESO (SUPERFICIE) : 280.00 kg ALTURA : 1.15 m LONGITUD : 1.80 m ANCHURA MEDIA : 0.09 m AREA : 2.000 m2 POSICION CABLE : POS-1
CABLE LONGITUD : 450.0 m DIAMETRO : 0.016 m QUILOGRAMOS METRO : 0.970 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010	CABLE LONGITUD : 450.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 0.325 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010
RESULTADOS	RESULTADOS
1.ARTE	1.ARTE
CALONES Distancia entre calones : 20.00 m Angulo de yaw : -10.07 ° Angulo de pich : 0.00 °	CALONES Distancia entre calones : 20.00 m Angulo de yaw : -10.11 ° Angulo de pich : 0.00 °
TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 37.48 m Tension en triangulos: 10300.50 N (1050.0 kg) F.Hidrodinámica total : 20601.00 N (2100.0 kg) Angulo de yaw : -10.07 ° Angulo de pich : 0.00 °	TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 37.55 m Tension en triangulos: 10300.50 N (1050.0 kg) F.Hidrodinámica total : 20601.00 N (2100.0 kg) Angulo de yaw : -10.11 ° Angulo de pich : 0.00 °

<p>----- 2. MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.07 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.07 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>----- 3. PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION Distancia entre puertas : 75.16 m Angulo de ataque : -30.39 ° Coeficiente de drag Cd : 0.83 Coeficiente de lift Cl : 1.19 Relación Cl/Cd : 1.44 Coeficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE Tensión : 13346.35 N (1360.5 kg) Angulo de yaw : 4.80 ° Angulo de pich : 2.48 °</p> <p>UNION MALLETA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.07 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO Tensión superior : 5748.98 N (50.3 %) Tensión inferior : 5672.92 N (49.7 %) Tensión total : 11421.89 N (1164.3 kg) Angulo pies de gallo : 25.60 ° Angulo malleta : 0.18 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 280.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -36.83 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -187.61 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 114.44 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -1354.45 Fy = -113.62 Fz = -58.91 Fuerzas malleta superior : Fx = 520.36 Fy = -92.37 Fz = 253.24 Fuerzas malleta inferior : Fx = 513.47 Fy = -91.15 Fz = -249.89 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 206.18 Fy = 297.14 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = 0.46 Mz = 66.30 My = 39.88 Momento malleta up : Mx = -34.90 Mz = -33.37 My = 288.07 Momento malleta down : Mx = 34.44 Mz = -32.93 My = -284.26 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = -15.54</p>	<p>----- 2. MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.11 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.11 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>----- 3. PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION Distancia entre puertas : 75.40 m Angulo de ataque : -30.38 ° Coeficiente de drag Cd : 0.83 Coeficiente de lift Cl : 1.19 Relación Cl/Cd : 1.44 Coeficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE Tensión : 12519.99 N (1276.2 kg) Angulo de yaw : 5.17 ° Angulo de pich : 11.04 °</p> <p>UNION MALLETA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.11 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO Tensión superior : 5869.29 N (51.4 %) Tensión inferior : 5551.65 N (48.6 %) Tensión total : 11420.94 N (1164.2 kg) Angulo pies de gallo : 25.60 ° Angulo malleta : 0.76 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 280.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -36.83 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -12.77 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 7.79 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -1247.53 Fy = -112.88 Fz = -244.39 Fuerzas malleta superior : Fx = 531.18 Fy = -94.71 Fz = 258.54 Fuerzas malleta inferior : Fx = 502.43 Fy = -89.58 Fz = -244.54 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 206.14 Fy = 297.17 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = 1.94 Mz = 66.52 My = 165.44 Momento malleta up : Mx = -35.79 Mz = -34.19 My = 294.07 Momento malleta down : Mx = 33.86 Mz = -32.34 My = -278.15 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 218.11</p>
---	---

<p>----- 4. CABLE -----</p> <p>CONFIGURACION Longitud : 450.00 m Fracci3n de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensi3n : 14133.69 N (1440.7 kg) Angulo de yaw : 3.91 ° Angulo de pich : 14.45 °</p> <p>UNION PUERTA Tensi3n : 13346.35 N (1360.5 kg) Angulo de yaw : 4.80 ° Angulo de pich : 2.48 °</p> <p>----- 5. BARCO -----</p> <p>FUERZAS (2 puertas) Total : 28267.38 N (2881.5 kg) Horizontal : 27372.63 N (2790.3 kg) (79.5 %) Vertical : 7055.76 N (719.2 kg) (20.5 %)</p> <p>CAIDAS DE TENSION Arte :73. % Malleta : 0. % Puertas :22. % Cable : 6. %</p>	<p>----- 4. CABLE -----</p> <p>CONFIGURACION Longitud : 450.00 m Fracci3n de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensi3n : 12844.30 N (1309.3 kg) Angulo de yaw : 3.84 ° Angulo de pich : 7.12 °</p> <p>UNION PUERTA Tensi3n : 12519.99 N (1276.2 kg) Angulo de yaw : 5.17 ° Angulo de pich : 11.04 °</p> <p>----- 5. BARCO -----</p> <p>FUERZAS (2 puertas) Total : 25688.59 N (2618.6 kg) Horizontal : 25490.70 N (2598.4 kg) (88.9 %) Vertical : 3182.45 N (324.4 kg) (11.1 %)</p> <p>CAIDAS DE TENSION Arte :80. % Malleta : 0. % Puertas :17. % Cable : 3. %</p>
---	---

Conclusions

Les simulacions realitzades per la profunditat de 70 metres mostren que la substituci3n dels cables actuals pels cables de poli3ster en els sistemes de pesca per arrossegament proporcionen unes reduccions de for3a en l'arrossegament superiors al 9%. Si s'analitzen els resultats per separat des de les coordenades vertical i horitzontal, es veu com percentualment, les forces es reparteixen de diferent manera si s'analitza el cable d'acer inoxidable i el de PET. En el cas de l'acer, les forces que s'oposen a l'avan3 de l'embarcaci3 es distribueixen en un 79,5% en direcci3 horitzontal i un 20,5% vertical. D'altra banda, pel cable de poli3ster, les forces es divideixen en un 88,9% en direcci3 horitzontal i un 11,1% vertical. Aix3 ens indica que l'efecte del pes provoca una clara disminuci3 de la resist3ncia que ofereix el cable en sentit vertical mentre que la seva major secci3 causa un augment percentual de la resist3ncia en sentit horitzontal. Tamb3 cal destacar la disminuci3 considerable de la for3a que exerceix la porta sobre el fons mar3 i la flotabilitat del material, que permet que el cable no estigui en contacte amb el fons. Aix3 resulta important per evitar tant el desgast de s3l mar3 com del cable aix3 com tamb3, fa preveure que la qualitat de la captura durant l'operaci3 de pesca ser3 m3s elevada. Per 3ltim, 3s remarcable que l'obertura de portes no es veu significativament alterada i que per tant,

l'obertura de xarxa obtinguda serà la habitual. Cal apuntar que degut a la diferència que presenta l'angle entre la porta i el cable en ambdós simulacions (8,56° de diferència) , s'hauran de realitzar algunes modificacions a la geometria de les potes de gall que uneixen la porta amb la malleta per aconseguir que la porta treballi amb la màxima estabilitat.

Simulació 2

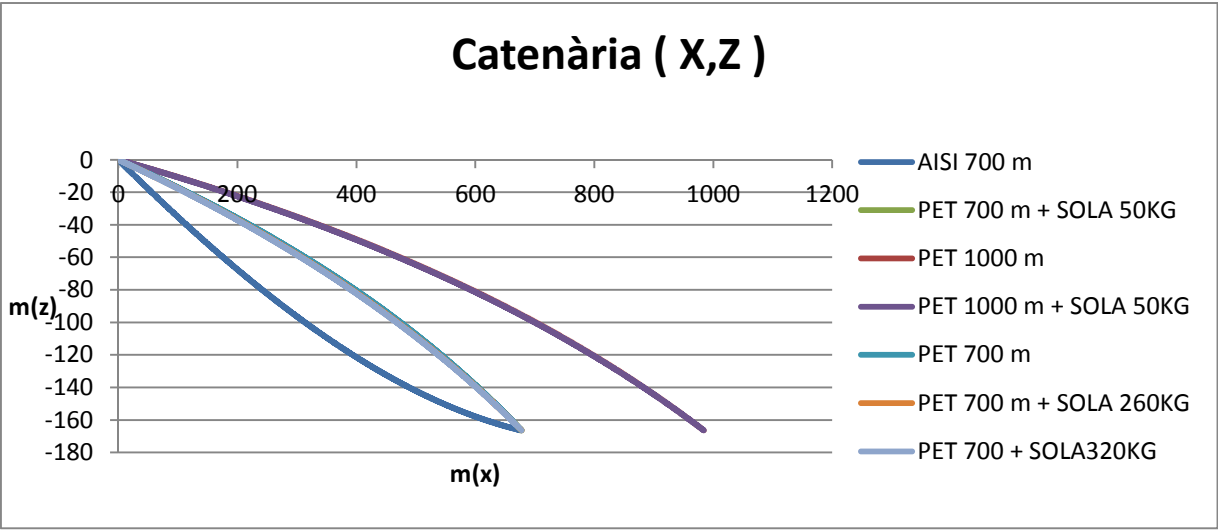
Les següents simulacions dutes a terme corresponen a l'operació de pesca per una profunditat de 167 metres. S'ha escollit aquesta profunditat perquè en el món de la pesca és habitual donar dades de profunditat en brases (1 braça són 1,67 metres) i en aquest cas, les simulacions corresponen a la profunditat de 100 brases. Així doncs, s'han imposat les següents condicions per la pesca:

PROFUNDITAT	167 metres
Velocitat embarcació	3 kn
Densitat aigua	1026 kg/m3

Per la pesca a aquesta profunditat, és habitual l'ús de 700 metres de cable quan aquest és d'acer inoxidable. Per això, s'ha realitzat la simulació d'un cable d'acer de 700 metres i a continuació s'han realitzat les corresponents proves pel cable de tereftalat de polietilè. A continuació se'n mostren els principals resultats.

	POLIÈSTER		PET + SOLA 50KG		SOLA 260KG	SOLA 320 KG	AISI 316	
LONGITUD CABLE	700	1000	700	1000	700	700	700	m
OBERTURA PORTA	80,77	85,25	80,56	205,5	79,68	79,42	81,63	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)	202,36	116,15	162,7	75,45	-3,56	-51	-120,47	kg
TENSIÓ UNIÓ SUPERFÍCIE	12244,92	12672,46	12483,88	12915	13488,65	13776,03	14631,2	N
TENSIÓ UNIÓ PORTA	11796,99	11960,88	12035,86	12203,33	13040,3	13327,6	12982,27	N
F QUE REP L'EMBARCACIÓ	24489,84	25344,93	24967,76	25830	26977,29	27552,06	29262,4	N
F. SENTIT HORITZONTAL	24179,41	25217,76	24645,76	25697,47	26606,05	27166,62	27492,46	N
F. SENTIT VERTICAL	3887,01	2535,75	3996,97	2613,25	4460,11	4592,51	10022,6	N
DIF FORÇA CABLE AISI	4772,56	3917,47	4294,64	3432,4	2285,11	1710,34		
DIF FORÇA CABLE AISI	16,30953032	13,38738	14,67631	11,72973	7,809031	5,844838		
OBSERVACIONS								
ANGLE PORTA-CABLE	21,1	15,65	20,93	15,5	20,26	20,09	5,14	º

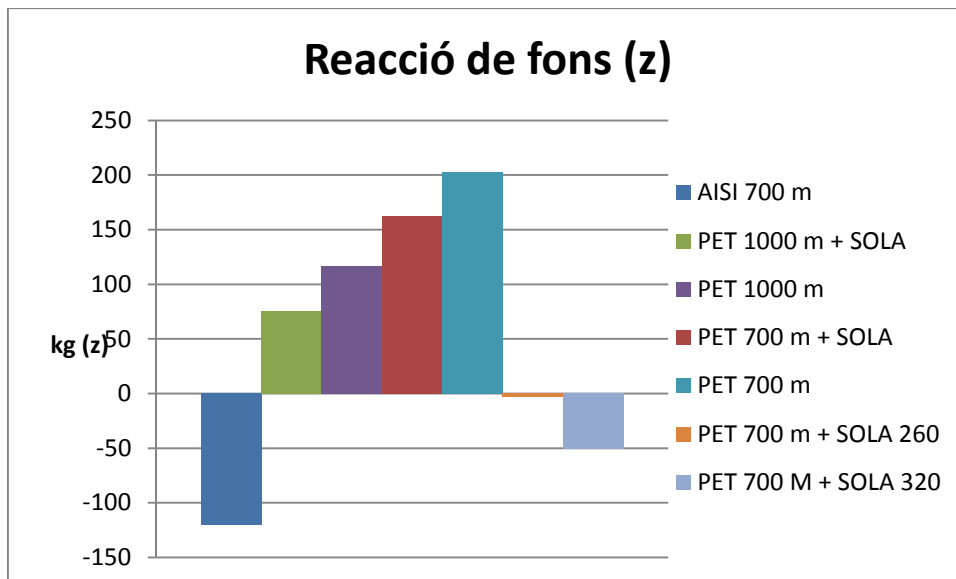
A sota, també es pot observar el perfil format per la catenària que creen les diferents simulacions.



Nota: Les simulacions corresponents al mateix material i mateixos metres de cable desenvolupen pràcticament el mateix perfil i es solapen.

Aparentment, el perfil que desenvolupen els cables és molt similar a les proves realitzades per la profunditat estudiada anteriorment. Al flotar, el cable de polièster dibuixa una catenària contrària a la que desenvolupa l'acer inoxidable. D'altra banda, a aquesta profunditat comencen a aparèixer certs problemes. Per entendre millor quins són els inconvenients que es desenvolupen cal destacar dues dades en concret.

	POLIÈSTER		PET + SOLA 50KG		SOLA 260KG	SOLA 320 KG	AISI 316	
LONGITUD CABLE	700	1000	700	1000	700	700	700	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)	202,36	116,15	162,7	75,45	-3,56	-51	-120,47	k g



Com es pot veure en les dades subministrades fins ara, s'han realitzat proves per pesos estàndards de porta i simulacions que inclouen 50 kg de sola a cada una de les portes. Finalment, s'ha realitzat dues simulacions més amb una sola de 260 kg i 320 kg a cada porta.

A causa de la flotabilitat del cable de tereftalat de polietilè , a partir de certa quantitat de cable, el sistema de portes deixa de mantenir contacte amb el fons. Això es detecta analitzant la reacció de fons resultant per cada una de les simulacions dutes a terme, on excepte la del cable d'acer i les de polièster amb sola de 260 i 320 kg, totes presenten reaccions positives. Com que les portes estan dissenyades per treballar amb la pressió que exerceix el fons marí sobre elles, quan perden el contacte amb aquest presenten un comportament inestable que impedeix que puguin realitzar correctament la funció d'obrir la xarxa a la distància necessària. Aquest problema es pot solucionar amb la inclusió de més pes al sistema, com és el cas de col·locar una sola de cert pes sota la porta. En aquesta línia, la inclusió de la sola de 260 kg permet que la porta prengui contacte amb el fons del mar. De totes maneres, tot i incloure més de mitja tona de pes a les portes, la reacció de fons que generen aquestes amb el fons és petita. Aquest factor és positiu perquè permet reduir dràsticament la fricció amb el fons de la porta respecte als paràmetres habituals en el cable d'acer. D'altra banda, s'intueix que les portes continuaran sent inestables ja que estan dissenyades per funcionar força més clavades al fons. La simulació de 320 kg de sola soluciona aquest problema però comporta una reducció de la millora de l'eficiència significativa. És la única opció viable per poder usar el cable de polièster amb els sistemes estàndards que el simulador permet estudiar.

Un altre problema que es deriva de la flotabilitat del cable és l'angle que aquest desenvolupa respecte la porta a la que va unida. Quan aquest angle (mesurat respecte l'eix x) augmenta i s'allunya dels angles de treball habituals, les portes tendeixen a perdre estabilitat. De fet, com s'observa a la taula posterior, el cable d'acer genera un angle amb la porta de aproximadament 5°, mentre que en el cas del cable de polièster, els angles solen triplicar o quadruplicar el valor anterior.

	POLIÈSTER		PET + SOLA 50KG		SOLA 260KG	SOLA 320 KG	AISI 316	
LONGITUD CABLE	700	1000	700	1000	700	700	700	m
ANGLE PORTA-CABLE	21,1	15,65	20,93	15,5	20,26	20,09	5,14	º

Finalment, cal destacar que la única opció viable en aquesta profunditat dins les opcions estudiades correspon a la de la sola de 320 kg. Per aquesta opció i per la de l'acer, corresponen els següents valors de força que ha de realitzar l'embarcació.

	POLIÈSTER + SOLA 320 KG	AISI 316	
LONGITUD CABLE	700	700	m
F QUE REP L'EMBARCACIÓ	27552,06	29262,4	N
F. SENTIT HORITZONTAL	27166,62	27492,46	N
F. SENTIT VERTICAL	4592,51	10022,6	N
DIF FORÇA CABLE AISI	1710,34		N
DIF FORÇA CABLE AISI	5,844838		%

Per tant, tot i l'elevat pes que cal col·locar a les portes, s'obté una reducció de la força que ha de realitzar l'embarcació d'un 5.84%.

La tendència en les següents simulacions és similar i s'accentua relativament a mesura que augmenta la profunditat tal i com es veurà més endavant.

Simulació 3

Correspon a la profunditat de 150 brases. Les condicions de pesca simulades en aquest cas són diferents que en els anteriors casos responen als següents valors:

PROFUNDITAT	250.5 metres
Velocitat embarcació	3.3 kn
Densitat aigua	1026 kg/m3

Dins les diferents simulacions dutes a terme, s'acota la mostra a les 3 que resulten representatives:

		POLIÈSTER	POLIÈSTER + SOLA 320 kg	POLIÈSTER + SOLA 300 kg		AISI 316	
LONGITUD CABLE		1000	1000	1200	m	700	m
OBERTURA PORTA		87,18	87,04	90,67	m	88,76	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)		287,99	58,96	-25,87	kg	-25,01	kg
TENSIO UNIÓ SUPERFÍCIE		30523,9	31958	32326,75	N	33136,26	N
TENSIO UNIÓ PORTA		29728,91	31162,86	31316,4	N	30568,14	N
F QUE REP L'EMBARCACIÓ		61047,81	63916	64653,5	N	66272,51	N
F. SENTIT HORITZONTAL		59926,96	62713,7	63844,54	N	63005,26	N
F. SENTIT VERTICAL		11644,48	12338,83	10195,57	N	20551,95	N
DIF FORÇA CABLE AISI		5224,7	2356,51	1619,01	N		
DIF FORÇA CABLE AISI		7,883661	3,555788	2,442959	%		
OBSERVACIONS		NO					
ANGLE PORTA-CABLE		19,41	19,15	16,15	º	9,92	º

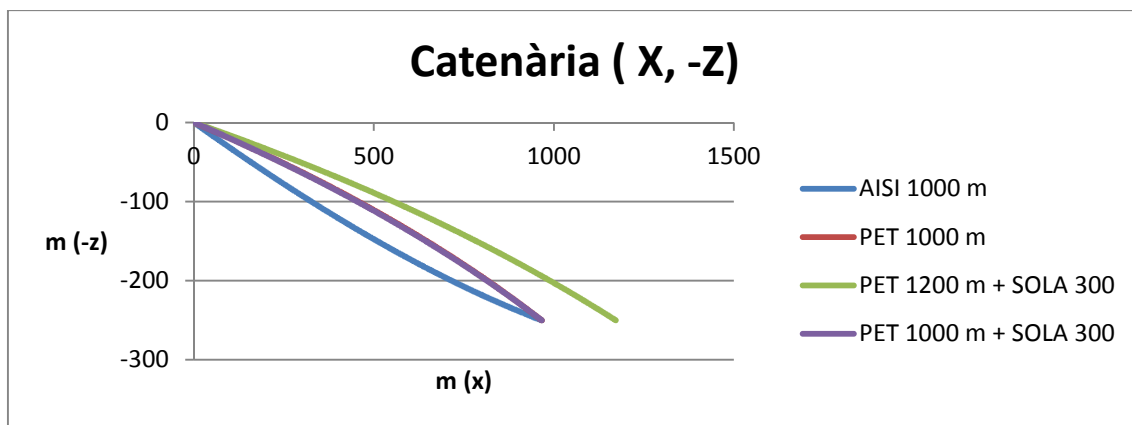
Com en la simulació anterior, en el cas del polièster s'aixequen les portes del fons sent necessària la inclusió de soles a les portes que permetin que aquestes mantinguin el contacte amb el fons.

En aquesta simulació s'han introduït unes portes diferents respecte les simulacions anteriors. Aquestes, són més pesades alhora que més hidrodinàmiques. Els valors que ens permeten veure la diferència respecte les anteriors són els següents.

	Kg	Cl/Cd
Portes anteriors "Grill"	280	1.38
Portes HIPSE 950	480	2.01

Tal i com s'explica a l'apartat on s'exposen les diferents portes que es poden trobar al mercat, com més alt resulta el coeficient Cl/Cd, menys fre ocasiona la porta per aconseguir la obertura desitjada. El canvi respon a que es considera que les portes anteriors són massa petites per les profunditats que s'estan simulant a partir d'ara. Aquest criteri s'ha dut a terme, en part, en base a l'experiència de pescadors als quals s'ha consultat.

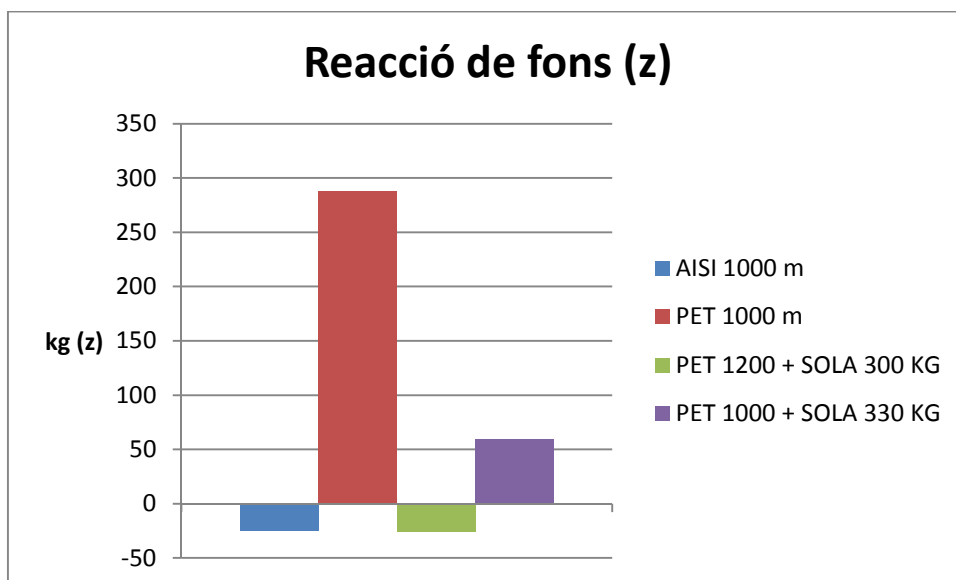
La catenària que desenvolupen les simulacions en el pla (X,Z):



En aquesta profunditat s'ha optat per donar 200 metres de cable extras abans que continuar donant més pes a les soles. Així s'aconsegueix suavitzar la força vertical a la qual es veu sotmès el cable i que la sola de 300 kg sigui suficient per aconseguir una reacció de fons negativa.

		POLIÈSTER	POLIÈSTER + SOLA			AISI 316	
LONGITUD CABLE		1000	1000	1200	m	700	m
ANGLE PORTA-CABLE		19,41	19,15	16,15	º	9,92	º

La Sola afegida a cada porta és de 300 kg i permet que la porta mantingui el contacte amb el fons pel cable de 1200 metres de llargada:



En termes de resistència que ofereixen les diferents opcions a l'embarcació, el cable de polièster de 1200 metres combinat amb les soles de 300 kg permeten una reducció de la força necessària d'un 2.44%:

		POLIÈSTER	POLIÈSTER + SOLA			AISI 316	
LONGITUD CABLE		1000	1000	1200	m	700	m

F QUE REP L'EMBARCACIÓ	61047,81	63916	64653,5	N	66272,51	N
F. SENTIT HORITZONTAL	59926,96	62713,7	63844,54	N	63005,26	N
F. SENTIT VERTICAL	11644,48	12338,83	10195,57	N	20551,95	N
DIF FORÇA CABLE AISI	5224,7	2356,51	1619,01	N		
DIF FORÇA CABLE AISI	7,883661	3,555788	2,442959	%		

Simulació 4

Correspon a la profunditat de 250 brases. Es manté la velocitat simulada en el cas anterior:

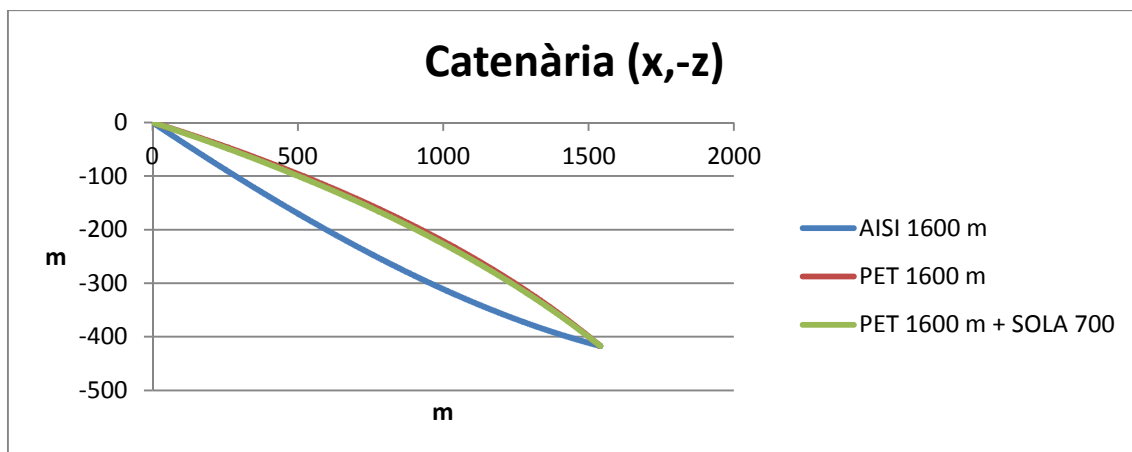
PROFUNDITAT	417,5 metres
Velocitat embarcació	3,3 kn
Densitat aigua	1026 kg/m3

Com ja s'ha fet en la darrera simulació, s'acota la mostra per facilitar la visualització dels resultats:

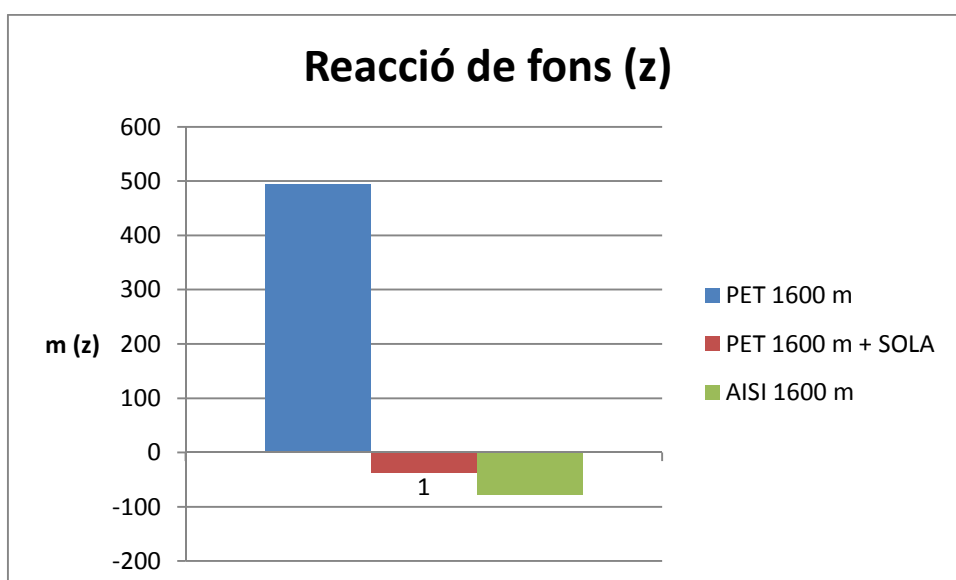
		POLIÈSTER	POLIÈSTER + SOLA 700 kg	AISI 316	
LONGITUD CABLE	1600	1600	m	1600	m
OBERTURA PORTA	93,04	92,91	m	95,71	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)	493,53	-38,27	kg	-77,65	kg
TENSIÓ UNIÓ SUPERFÍCIE	30704,69	34027,23	N	35080,35	N
TENSIÓ UNIÓ PORTA	29456,52	32777,49	N	30850,56	N
F QUE REP L'EMBARCACIÓ	61409,39	68054,45	N	70160,7	N
F. SENTIT HORITZONTAL	60549,81	67013,59	N	65980,36	N
F. SENTIT VERTICAL	10238,83	11858,06	N	23856,15	N
DIF FORÇA CABLE AISI		2106,25	N		
DIF FORÇA CABLE AISI		3,002	%		
OBSERVACIONS					
ANGLE PORTA-CABLE	24,63	23,4	º	8,05	º

Com en el cas anteriors, s'usen les portes HIPSE 950 de 480 kg de pes.

La catenària que desenvolupen les simulacions en el pla (X,Z):



La Sola necessària a cada porta en aquest cas és de 700 kg:



El cable de polièster combinat amb les soles de 700 kg permet una reducció de la força necessària per arrossegar el sistema de pesca d'un 3%:

	POLIÈSTER + SOLA		AISI 316	
LONGITUD CABLE	1600	m	1600	m
F QUE REP L'EMBARCACIÓ	68054,45	N	70160,7	N
F. SENTIT HORITZONTAL	67013,59	N	65980,36	N
F. SENTIT VERTICAL	11858,06	N	23856,15	N
DIF FORÇA CABLE AISI	2106,25	N		
DIF FORÇA CABLE AISI	3,002	%		

Simulació 5

Corresponent a la profunditat de 350 brases. Per aquesta simulació es retorna a la profunditat de 3 nusos.

PROFUNDITAT	584,5 m
Velocitat embarcació	3 kn
Densitat aigua	1026 kg/m ³

Les portes emprades per la simulació en aquest cas són les HIPSE 1150 que esdevenen el model immediatament posterior a les HIPSE 950. Són més pesades i solen usar-se per profunditats més grans. A continuació es mostra una taula amb les dades de les portes usades:

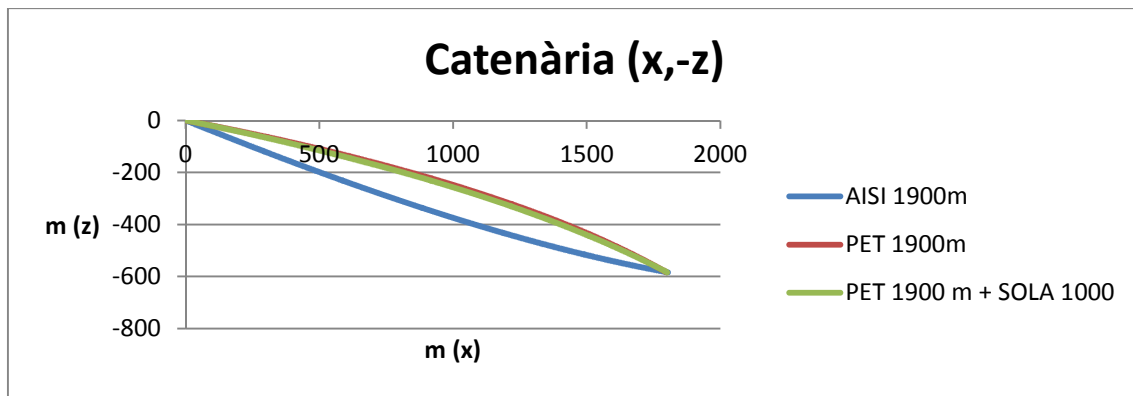
Model	Kg	Cl/Cd
Portes anteriors "Grill"	280	1,38
Portes HIPSE 950	480	2,01
Portes HIPSE 1150	600	1,84

Com es pot veure, les HIPSE 1150 són més pesades que les 950 i mantenen una relació Cl/Cd prou competitiva dins de les portes que treballen en contacte amb el fons.

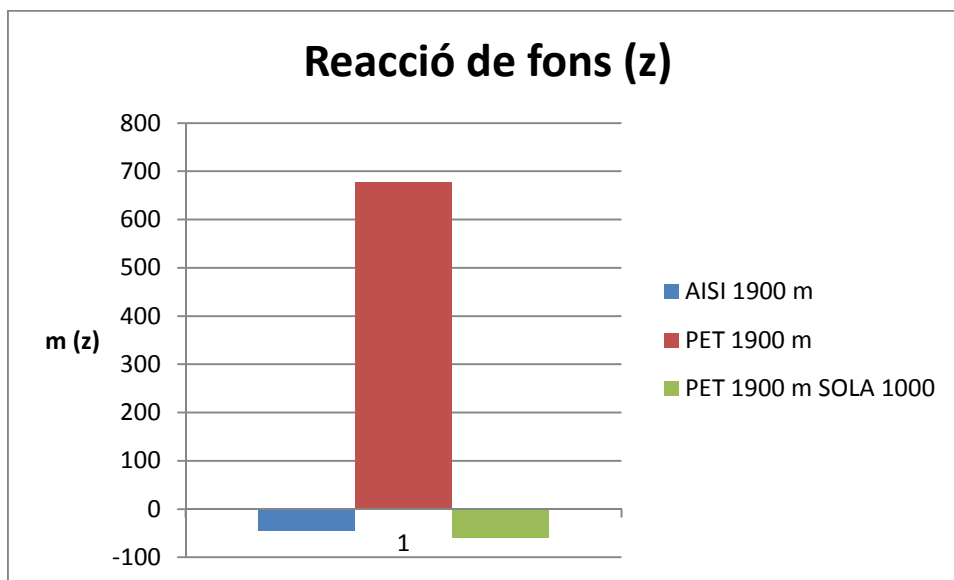
Les dades de les 3 simulacions destacables dutes a terme per aquesta profunditat són les següents:

		POLIÈSTER	POLIÈSTER + SOLA 1000	AISI 316	
		kg	kg		
LONGITUD CABLE	1900	1900	m	1900	m
OBERTURA PORTA	46,47	47,13	m	47,42	m
REACCIÓ DEL FONS (Z)	677,5	-59,28	kg	-45,3	kg
TENSIÓ UNIÓ SUPERFÍCIE	32097,19	36683,52	N	37504,97	N
TENSIÓ UNIÓ PORTA	31029,51	35612,95	N	32074,94	N
F QUE REP L'EMBARCACIÓ	64194,39	73367,04	N	75009,95	N
F. SENTIT HORITZONTAL	63010,88	71837,08	N	69289,8	N
F. SENTIT VERTICAL	122629,81	14904,92	N	28730,06	N
DIF FORÇA CABLE AISI	10815,56	1642,91	N		
DIF FORÇA CABLE AISI %	14,4188338	2,19025609	%		
OBSERVACIONS					
ANGLE PORTA-CABLE	30,27	28,25	º	10,72	º

El perfil de la catenària que formen el cables simulats en les diferents condicions continua sent força similar a la resta de simulacions anteriors:



La reacció de fons que generen les diferents proves. En aquest cas, per aconseguir mantenir les portes en contacte amb el fons s'ha d'optar per col·locar 1000 quilos de sola a cada una de les portes.



Conclusions sobre les simulacions

Com s'ha pogut comprovar en les simulacions realitzades, l'ús del cable de tereftalat de polietilè combinat amb les portes usades actualment presenta deficiències en el funcionament que s'agreugen a mesura que augmenta la profunditat. Tot i que l'objecte d'estudi del projecte es centra en l'impacte que ocasiona l'aplicació del cable de material plàstic en la pesca i en el medi, a continuació es vol fer un esment de les possibles modificacions que poden fer d'aquest nou cable una aplicació més profitosa.

Els sistemes de pesca per arrossegament actuals estan concebuts per funcionar amb cables d'acer inoxidable, per tant, els elements que

permeten que les xarxes treballin a les profunditats i obertures adequades, estan condicionats per les característiques tècniques d'aquests. Així doncs, quan s'introdueix un cable que modifica les seves característiques considerablement respecte el cable anterior, és previsible que també es modifiqui el comportament de la resta d'elements que formen el sistema i permeten que la xarxa treballi a l'obertura adequada.

El principals problemes que ofereix el cable de PET són, paradoxalment, les conseqüències que ocasiona la seva principal avantatge. Com ja s'ha explicat, a mesura que augmenta la profunditat, augmenta la quantitat de cable i per tant, la quantitat de metres de material flotant. A certa profunditat, les portes s'aixequen del fons i l'angle que formen amb el cable augmenta fins desestabilitzar-les. Per tant, es pot dir que la seva lleugeresa és la causant de la inestabilitat del sistema i finalment, d'un previsible empitjorament de la pesca.

Per solucionar el problema, es pot adequar el cable nou al sistema o bé, adequar el sistema al cable nou. Si les possibilitats d'obtenir un benefici ambiental i econòmic són similars en els dos casos, sembla aconsellable adequar el nou cable al sistema. Fins i tot, si els beneficis són escassos, és aconsellable desestimar la idea. D'altra banda, si adequar el sistema al nou cable pot suposar una millora ambiental i econòmica considerable resulta interessant valorar aquesta possibilitat.

Si s'opta per adequar el cable al sistema, la solució no és cap altre que dotar el cable de un major pes. D'aquesta manera, es podria obtenir un cable que sent més pesat, no arribés a les cotes de pes del cable actual però fos igualment apte per desenvolupar la funció dins els sistemes actuals, fent que les portes recuperessin el contacte amb el fons i que l'angle del cable amb la porta recuperés valors habituals dins els paràmetres actuals.

Per aconseguir que el cable presenti uns valors de pes més propers als cables actuals es poden aplicar diferents possibilitats.

- Col·locar uns "morts" cada x metres de cable. Aquesta opció permet que el cable augmenti el seu pes de forma parcialment heterogènia dins la seva llargada. D'altra banda, això dificulta la recollida del cable i encareix el cost del producte.
- Introduir dins el cable una ànima d'acer que permeti augmentar el pes per metre final d'aquest. L'ànima pot ser activa o inactiva, és a dir, participar en l'esforç per suportar la tensió aplicada o bé ser únicament un "mort". Requereix el càlcul de secció de cable necessària en ambdós casos. La avantatge d'aquesta possibilitat és la distribució totalment homogènia del pes. D'altra banda, l'oxidació de l'ànima podria escurçar la vida del cable. Es desconeix l'existència d'un cable similar.

El problema d'augmentar el pes del cable, sigui quin sigui el mètode, és que es limita la millora de la innovació. De fet, al augmentar el pes, el que fem és aproximar les característiques del cable de polièster a les de l'acer inoxidable. De fet, perquè el cable pugui funcionar correctament a certes profunditats, cal augmentar el seu pes per metre a nivells força similars als dels cables actuals. A més, s'ha de tenir en compte que el més probable és que les modificacions a fer suposin un cost que no justifiqui la inversió.

D'altra banda, si es pren la possibilitat d'adequar el sistema al cable, les solucions a les quals s'opta no concorren únicament en una mateixa direcció. A continuació es mostren algunes de les opcions a tenir en compte.

- Col·locar soles a les portes amb l'objectiu de contrarestar la força ascensional que exerceix el cable sobre el sistema. De totes les opcions, és la única que el simulador permet testar i ja ha estat tractada amb anterioritat a les simulacions corresponents. Cal afegir unes quantitats enormes de pes sobre el sistema perquè les portes treballin suficientment clavades al fons per exercir bé la seva funció. Això provoca que l'eficiència de la mesura sigui, tot i que positiva, relativa i que els valors de resistència siguin poc inferiors als del cable d'acer inoxidable. D'altra banda, aquesta opció segueix sense solucionar el problema de l'angle que genera el cable sobre les portes. Això però, pot solucionar-se modificant la geometria dels peus de galls que uneixen la porta amb la malleta. Aquests solen ser cadenes que permeten als pescadors regular l'angle d'atac de la porta jugant amb les baules que formen la cadena.
- Usar una cadena que uneixi el cable amb les portes. Ha d'estar dimensionada per contrarestar la força ascensional del cable. Permet evitar el problema que genera l'angle del cable de polièster sobre les portes però és probable que augmenti la fricció amb el fons limitant la reducció de resistència.
- Substitució de les portes convencionals per portes dissenyades per treballar sense contacte amb el fons. Aquestes no precisen del contacte amb el fons per mantenir-se estables. Estan dotades d'una cadena que les uneix amb la xarxa i que permet que aquesta es mantingui en la posició adequada per l'operació de pesca.

Usant les portes sense contacte amb el fons i el cable de PET es redueix la fricció amb el fons ja que en comptes de arrossegar cable i portes, s'arrosseguen les cadenes que uneixen les portes amb la xarxa i com ja es pot suposar, les cadenes tenen una superfície de contacte amb el fons força més petita que les portes.

Aquest sistema permet reduir de manera important la resistència del sistema de pesca sobre l'embarcació i en bona mesura reduir l'erosió del fons marí. Aquesta última premissa permet a més de danyar menys el medi, preveure una major qualitat de les captures de pesca, de les quals se'n pot preveure un major rendiment econòmic.

Cal tenir en compte que una menor resistència permet que el motor de l'embarcació pugui funcionar a un règim de revolucions menor per assolir les mateixes velocitats. Això resulta en una important disminució del consum de combustible, sent un estalvi econòmic i d'emissions.

El principal inconvenient d'aquesta opció és la inversió inicial.

Cal indicar que totes les possibilitats esmentades anteriorment (excepte la de col·locar soles a les portes) responen a expectatives i raonaments que no estan recolzades per cap càlcul, simulació o prova real i que són possibilitats que es plantegen amb l'objectiu de continuar investigant a posteriori.

- En el cas de la inclusió de soles a les portes, el simulador suposa que la porta sempre va recta i per tant, es desconeixen exactament els efectes de l'augment de l'angle sobre les portes, fet que tampoc permet provar o modificar les potes de gall.
- En el cas de la cadena, el simulador usat no permet imposar un pes que no sigui sobre les portes o homogèniament sobre tota la llargada del cable i per tant, no es pot saber amb exactitud el pes de la cadena i els metres necessaris en cada cas.
- Per últim, l'ús de portes sense contacte amb el fons està testat però mai en conjunció amb el cable de PET. El simulador no permet aplicar aquestes portes.

Opció Cadena

Per fer més entenedora la possibilitat d'implantar una cadena entre el cable i les portes, es fa una petita adaptació a les simulacions dutes a terme amb soles sota les portes.

La idea de col·locar una cadena entre la porta i el cable és la d'aconseguir que les portes prenguin contacte amb el fons i que a més, es solucioni l'elevat angle que es genera entre els cables de polièster i les portes.

Quan les portes prenen contacte amb el fons es crea una reacció entre aquest i les portes. Perquè les portes vagin clavades fan falta x kg de sola, per tant, es pot suposar que faran falta els mateixos x kg de cadena per aconseguir una reacció de fons igual.

En aquest cas, s'agafa com a referència la simulació de cable de Tereftalat de polietilè equivalent a 100 brases de profunditat, 700 metres de cable i 320 kg de sola. En aquesta, s'aconsegueix que es generi una reacció de fons equivalent a -51 kg.

Suposició:

Es volen substituir les soles sota les portes per un tram de cable d'acer més pesant entre cada porta i el cable de PET. A continuació es mostra la seva possible composició:

$$Pes\ cadena = \frac{5kg}{m}$$

$$x = \frac{320(kg)}{5\left(\frac{kg}{m}\right)} = 64\ m\ de\ cadena$$

D'aquesta manera, es substitueixen 64 metres de cable de PET per la cadena. El problema és que aleshores es perd flotabilitat i la reacció de fons no serà la mateixa. Això suposaria que les portes anessin una mica més clavades i que la cadena s'arrossegues més pel fons. Per equilibrar-ho es pot iterar per trobar una disposició similar a la inicial.

$$Pes\ cable\ PET = 0.325\ kg/m$$

$$Diàmetre = 22\ mm$$

$$\rho_{PET} = \frac{0.325}{\pi * 0.011^2 * 1} = 854.96\ kg/m^3$$

Dins l'aigua la densitat resulta:

$$\rho_{PET\ dins\ l'aigua} = 854.94 - 1026 = -171.06\ kg/m^3$$

Per tant, el pes per metre dins l'aigua serà de:

$$pes\ PET\ dins\ aigua = -171.06 * \pi * 0.011^2 = -0.065\ kg/m$$

Si es suposa un cable d'acer amb les següents característiques:

Si es suposa un cable d'acer amb les següents característiques:

$$Pes = 5kg/m$$

$$Densitat\ AISI\ 316 = 8000kg/m^3$$

$$S'obté\ una\ cadena\ de\ diàmetre\ de\ 0.0282m$$

Amb densitat dins l'aigua de: $8000-1026= 6974 \text{ kg/m}^3$

Per tant, originalment el pes del cable de PET de 700 m és de -45.51 kg.

Al col·locar la cadena-cable de 64 m, queden 636 m de cable de PET que pesen -41.34 kg.

La cadena de 64 metres pesa 278,77 kg dins l'aigua.

Si es sumen els pesos del cable sencer i la cadena s'obté una diferència de 248.89 kg, en canvi, amb el cable retallat a 636 metres la suma dona 233.26 kg.

Si s'allarga la cadena a 67 metres i s'escurça el cable a 633 es recupera un equilibri similar al inicial ja que :

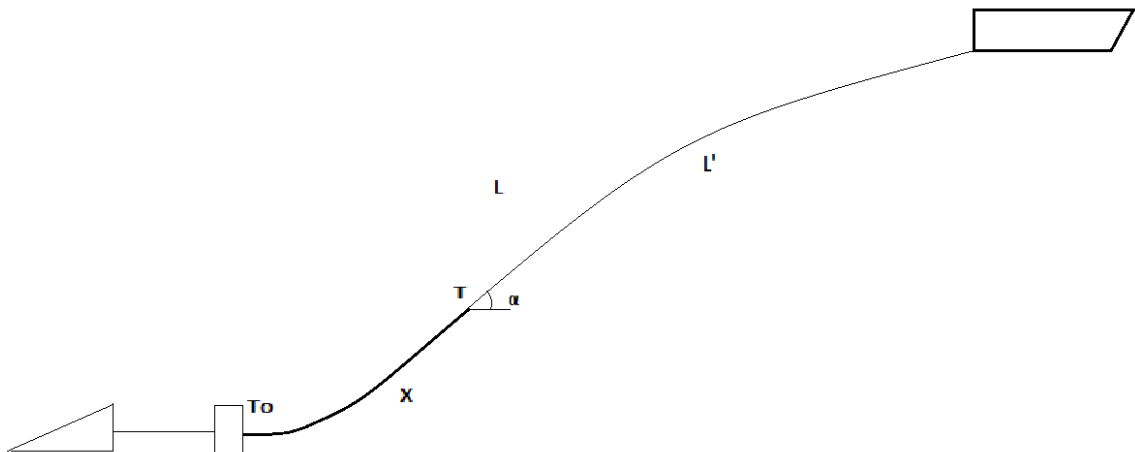
$$\text{Pes 67 m cadena} = 291.82 \text{ kg}$$

$$\text{Pes 633 m de cable de PET} = - 41.535 \text{ kg}$$

$$\text{Suma pesos} = 291.82 - 41.535 = 250.285 \text{ kg}$$

Per tant, es pot establir que per obtenir un equilibri en la reacció de fons similar cal col·locar, en números rodons i aproximats, 67 m de cadena.

Per tant, la suposició sobre el funcionament del sistema amb cadena es basa en un cable de PET de 633 metres i una cadena 67 metres.



(Figura 6: Ús combinat cadena i cable PET)

Al tenir el mateix pes que en la simulació amb soles sota les portes, s'obté la mateixa reacció de fons, és a dir, les portes van clavades al fons amb la mateixa força i per tant, ofereixen la mateixa resistència a l'avanç. Això permet establir que es generen les mateixes tensions a T i To.

La tensió T està situada a 633 metres. A aquesta profunditat la tensió en la simulació és de:

$$T=1362.03 \text{ kg}$$

Per trobar l'angle que es genera en aquest punt es fa la diferència entre les dimensions de x i z en aquesta llargada amb les dades x i z de la llargada immediatament inferior. Això és degut a que si s'usen x i z absolutes per aquesta profunditat, al formar el cable una catenària s'arrossega un error en l'angle important.

$$\tan^{-1} \alpha = \frac{(145.63 - 145.58)}{(618.66 - 618.50)} = \frac{0.05}{0.16} = 17.35^\circ$$

Al punt d'unió de la porta amb la cadena s'imposa que a To l'angle sigui aproximadament de 0° per simular que la cadena manté poc contacte amb el fons. T1 correspon al valor de la tensió del cable on s'uneix amb la porta en la simulació.

$$T1 \text{ (simulació)} = 1358.57 \text{ kg}$$

$$\text{Angle de pitch } T1 = 20.09^\circ$$

$$\cos(\text{pitch}) = \frac{t_0}{t_1}$$

$$T_0 = 1275.90 \text{ kg}$$

Impacte ambiental

Per poder valorar l'impacte ambiental que produeix qualsevol novetat, cal posar sobre la balança els diferents factors que se'n deriven. Això permet contrastar si l'aplicació de la innovació produeix efectes positius o negatius sobre el medi local i global.

L'aplicació del cable de polièster en els sistemes de pesca per arrossegament, presenta uns resultats prou diferents respecte al cable d'acer. A continuació s'expliquen les causes.

La densitat dels dos materials contrasta clarament. Això presenta una sèrie d'efectes. Per una banda s'ha de valorar que en tot els casos, la diferència de pes per metre desencadena un canvi en els quilos totals de cable considerable. Aquesta diferència de pes suposa, per si sola, un estalvi de pes que el vaixell carrega quan no pesca, és a dir, quan s'aproxima a la zona on desplegarà la xarxa. Aquesta diferència és prou gran com per pensar que el consum de combustible es pot veure afectat. Cal tenir en compte però, que la diferència de pes entre els dos cables no és senzillament la diferència de densitat. Per una banda, el cable de PET necessita un diàmetre més gran que el d'acer inoxidable per poder suportar la resistència necessària. D'altra banda, es dona el que es coneix com "empaquetament". Aquest té a veure amb el fet que quan es trama un cable, per motius de confecció, no tot el seu diàmetre és "ple" del material que el forma, sinó que part del cable és "buit". Tot i això i segons els fabricants consultats, els cables comparats, és a dir, el d'acer inoxidable usat actualment i el de tereftalat de polietilè pel qual es pretén substituir presenten els següents valors:

Cable	Diàmetre (m)	Pes per metre (kg·m)
PET	0,022	0,325
AISI	0,016	0,97

D'aquí s'extreu que per cada metre hi ha una diferència de *0,645 kg*.

La flota pesquera Catalana, sol pescar des de profunditats de 70 metres fins profunditats de 650 metres. Per tant, es poden estimar les següents diferències de pes a bord quan el vaixell navega sense pescar:

L cable (m)	Pes cable AISI 316(kg)	Pes cable PET (kg)	Dif pes (kg)	Dif pes 2 cables(kg)
450	436.5	146.25	290.25	580,5
700	679	227.5	451.5	903
1200	970 (1000m)	390	580	1160
1600	1552	520	1032	2064
1900	1843	617.5	1225.5	2451

Cal tenir en compte que el per realitzar l'operació de pesca es requereix l'ús de dos cables. És aquest el motiu pel qual el pes total és el doble de la diferència entre els cables del ambdós materials. Per tant, resulta que la diferència de pes a carregar durant el trajecte d'aproximació a la zona de pesca oscil·la entre els 580,5 i 2451 kg. A aquest valor és necessari restar-li, en el cas del mort sota les portes, el pes d'aquests morts. Per tant, la diferència total resulta la següent:

L cable (m)	Diferència pes (kg)	Pes portes (kg)	Diferència pes total (kg)
450	580,5	0	580,5
700	903	640	263
1200	1160	600	560
1600	2064	1400	664
1900	2451	2000	451

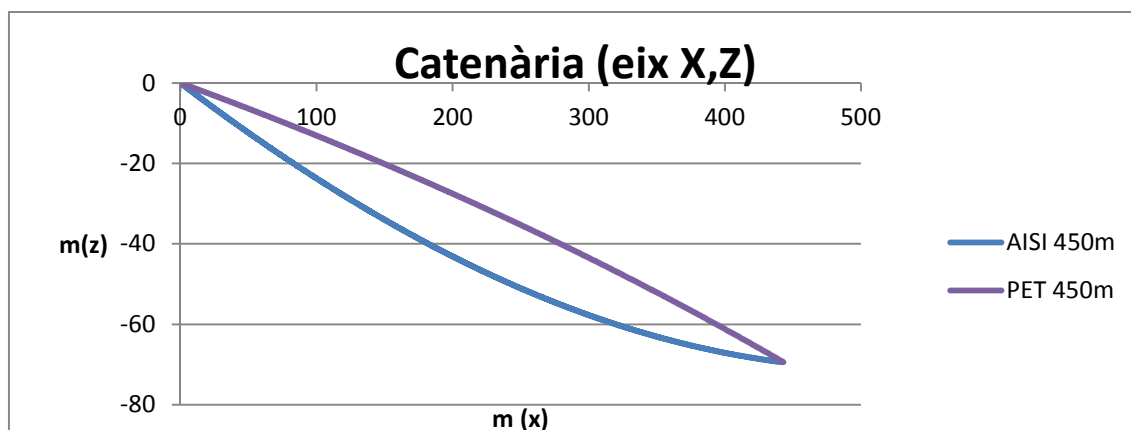
En el cas de la possible implementació del cable pesant entre les portes i el cable de PET, les diferències de pes varien lleugerament ja que es resten una sèrie de metres de cable de plàstic. S'ha exemplificat la profunditat de 100 brases, on en la simulació original i corresponien 320 kg de sola i 700 metres de cable. Aquest n'és el resultat amb el nou equilibri :

Hipòtesi cadena		
Cable PET	637	m
Cadena	63	m
Pes PET	207,025	kg
Pes Cadena	315	kg
Pes total	522,025	kg
Pes AISI 316	1358	kg
Diferència Pes	835,975	kg

Finalment, si s'usen portes sense contacte amb el fons, la diferència de pes a la qual ens remetem és la inicial.

Un segon efecte que ocasiona el diferencial de densitat és que en contrast amb el cable d'acer, el de PET sura dins l'aigua. Això afecta a la interacció del cable amb el fons del mar ja que redueix de manera important la zona de contacte cable-fons. Aquest fet fa preveure una diferència de fricció que ha de tenir incidència en la resistència que oposa el sistema de pesca a l'avanç del vaixell. Degut a que el funcionament del simulador presenta limitacions òbvies (No pot preveure el perfil ni la composició del fons) aquesta reducció de fricció i els seus efectes haurien de ser calculats mitjançant experimentació real. Una altre conseqüència ambiental que ocasiona la disminució de fricció amb el fons marí és el menor

malmetement que es produeix del medi marí ajudant així a que l'acció humana sobre el medi sigui el menys agressiva possible.



En la gràfica anterior, on es representa la catenària simulada pel cable d'acer inoxidable i pel de polièster de 450 metres, s'aprecia com el cable d'acer necessita aproximadament 150 metres en el pla horitzontal per separar-se 10 metres verticalment, mentre que el cable de plàstic assoleix la mateixa alçada en aproximadament 50 metres. Percentualment, veiem com el cable d'acer ocupa un 33% de la seva llargada per assolir aquesta alçada mentre que el cable de plàstic ho fa usant un 12,5% de la seva totalitat.

Cal tenir en compte que en el cas de l'ús de cables pesants entre les portes i el cable de PET, no s'aconseguiria reduir aquest impacte ja que s'afegiria a la fricció de les portes, la fricció d'aquests cables, suposant el mateix resultat que en el model actual.

La conseqüència directe més important que té l'aplicació d'aquest cable és la reducció de força que ha de realitzar l'embarcació per dur a terme la pesca a una mateixa velocitat. Això té beneficis sobre el funcionament i manteniment del motor perquè suposa poder obtenir un règim de revolucions inferior per sustentar la velocitat òptima. Això a llarg termini ocasiona una menor rotació de maquinària. Però per sobre de tot, el major avantatge que es produeix és l'estalvi de consum que se'n deriva. Aquest és directament proporcional a la reducció de força que ha de fer el vaixell.

Això té una evident conseqüència sobre el medi ambient en quant a emissions contaminants es refereix:

cv	Potència	450	370
h	Hores jornada	10	10
h	Hores pesca	7	7
h	Hores aproximació	3	3
l	Consum litres	500	400
%	% consum pesca	0,63	0,63

%	% consum aprox	0,37	0,37
l /dia	Consum pescant	315	252
l /dia	Consum aproximació	185	148
l/h	Con pesca/h	45	36
l/h	Con aprox/h	61,66667	49,33333
setmana	Dies laborables	5	5
any	Dies laborables	240	240
l/any	Consum anual	120000	96000
l/any	Con. Pesca. Any	75600	60480
l/any	Con. Aprox.Any	44400	35520
€/litres	Preu carburant	0,75	0,75
€	Cost carb. Anual	90000	72000

Les dades de consum respecte la potència del motor així com els percentatges de consum entre la operació de pesca i la aproximació pertanyen a un promig entre diferents embarcacions. Les dades poden canviar en funció de diferents variables que poden fer alterar el règim de revolucions del motor, però l'objectiu és plantejar una hipòtesi que faciliti la observació de resultats.

			450 cv	370 Cv
L cable (m)	Disminució força	PET-AISI	Estalvi l/any	Estalvi l/any
	316 %			
450	9,22		6970,32	5576,256
700	5,84		4415,04	3532,032
1200	2,44	(Cable AISI són 1000 m)	1844,64	1475,712
1600	3		2268	1814,4
1900	2,19		1655,64	1324,512

Un altre factor a tenir en compte en l'estalvi de combustible és el menor pes que haurà de carregar el vaixell durant l'aproximació al calador:

L cable (m)	Dif pes (kg)	Pes portes (kg)	Dif pes total (kg)
450	580,5	0	580,5
700	903	640	263
1200	1160	600	560
1600	2064	1400	664
1900	2451	2000	451

Per poder intuir quina incidència tindran aquests pesos sobre el consum dels vaixells, s'han suposat uns desplaçaments màxims que són una mitja dels desplaçaments que presenten les embarcacions de pesca per

arrossegament observades. S'ha dotat a l'embarcació de més potència d'un desplaçament lleugerament superior per contrastar valors diferents.

450 cv	kg	%	l/dia	l/any
Desplaçament Δ (kg)	Diferència	Desplaçament	Estalvi combustible	
80000	79419,5	0,725625	1,342406	322,1775
80000	79737	0,32875	0,608187	145,965
80000	79440	0,7	1,295	310,8
80000	79336	0,83	1,5355	368,52
80000	79549	0,56375	1,042938	250,305

370 cv	kg	%	l/dia	l/any
Desplaçament Δ (kg)	Diferència	Desplaçament	Estalvi combustible	
75000	74419,5	0,774	1,14552	274,9248
75000	74737	0,350667	0,518987	124,5568
75000	74440	0,746667	1,105067	265,216
75000	74336	0,885333	1,310293	314,4704
75000	74549	0,601333	0,889973	213,5936

L'estalvi total de litres cremats és de:

	450 cv	370 Cv
L cable (m)	Estalvi l/any	Estalvi l/any
450	7292,498	5851,181
700	4561,005	3656,589
1200	2155,44	1740,928
1600	2636,52	2128,87
1900	1905,945	1538,106

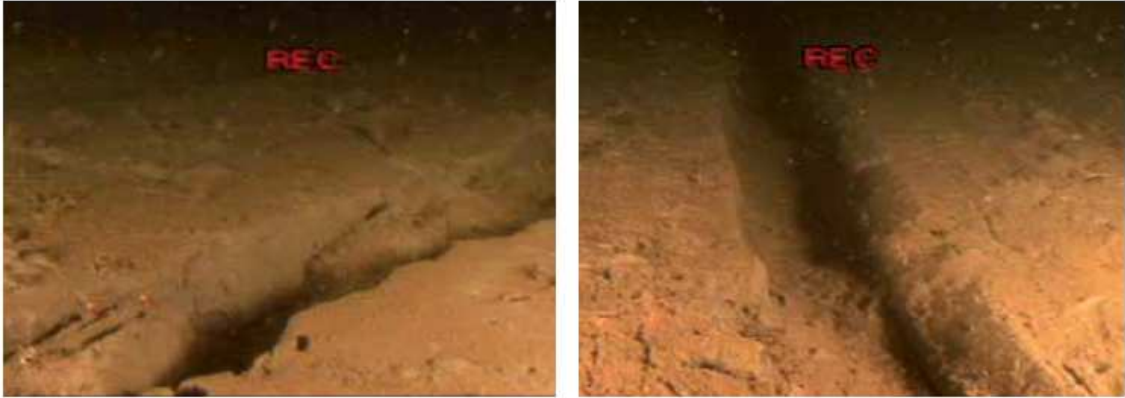
Per aproximar quin estalvi en emissions de CO₂ a l'atmosfera es produiria cada any se sap que:

Factor d'emissions (gasol): 2,79kg CO₂ per litre de gasol.

Per tant:

	450 Cv	370 Cv
L cable (m)	Estalvi kg CO ₂ anual	Estalvi kg CO ₂ anual
450	20346,07	16324,79
700	12725,2	10201,88
1200	6013,678	4857,189
1600	7355,891	5939,548
1900	5317,587	4291,315

Finalment, voldria destacar la possible combinació de les portes sense contacte amb el fons amb el cable que ocupa aquest projecte. La seva unió podria suposar l'increment més destacat en quan a qualitat ambiental de la innovació, ja que permetria reduir molt l'erosió del fons marí així com les emissions de gasos per crema de combustible.



Impacte de les portes convencionals al fons marí.

(13)

Balanç econòmic

Perquè qualsevol innovació duta a terme dins el món tecnològic-empresarial resulti exitosa, ha de permetre garantir una rendibilitat econòmica major respecte el model anterior. Per aconseguir-ho existeixen diferents camins:

- Disminució de la qualitat però inversió inicial menor, és a dir, que el cost de la compra del producte sigui tant inferior a l'anterior sistema, que la seva deficiència respecte aquest no en compensi el cost durant els anys de vida del producte.
- Capacitat d'amortització major, que garanteixi que tot i el seu cost inicial superior, es pugui recuperar la inversió durant els seus anys de vida.
- Finalment, en el millor dels casos, pot ocórrer que la innovació sigui més competitiva en tots els aspectes, suposant una millora tecnològica i un preu de compra menor.

Per poder valorar quina és la qualitat econòmica del cable de polièster, o dit d'una altra manera, la seva competitivitat cal valorar el cost dividit per etapes.

1. Inversió inicial. Comparació entre els preus de compra dels cables de diferent material.
2. Canvis complementaris. Estudiar quins canvis pot comportar en el sistema actual la implementació del nou cable.
3. Durabilitat. Quina és la durada que es pot assignar a cada cable, dit d'una altra manera, quin cable dura més anys degut a la fricció, corrosió, etc.
4. Estalvi energètic. Quina estalvi econòmic suposa l'ús del nou cable en carburant.

Costos d'implementació.

Etapa 1. Inversió inicial

El preu del cable d'acer inoxidable AISI 314 oscil·la 7 euros per metre els últims anys. D'altra banda, el preu del cable DELTEX de polièster, no ha pogut ser obtingut degut a un inusual hermetisme per part de l'empresa i els seus distribuïdors a Espanya. De totes maneres, després de buscar molt, s'ha pogut saber que el preu del cable DELTEX en altres diàmetres oscil·la una reducció de preu del 20%. Per tant, si s'aplica aquesta diferència s'obté un preu final de 5,6 euros per metre.

		PET					AISI 316				
m	L cable	450	700	1200	1600	1900	450	700	1000	1600	1900
€/	Preu cable	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	7	7	7	7	7

m	metre										
€	Preu total cables	5040	7840	13440	17920	21280	6300	9800	14000	22400	26600

Evidentment no conèixer el preu exacte limita poder precisar la diferència real dels costos, però sí que permet fer una estimació dels preus inicials i d'amortització.

Metres cable	Preu PET	Preu AISI 316	Estalvi compra
450	5040	6300	1260
700	7840	9800	1960
1000 (1200)	13440	14000	560
1600	17920	22400	4480
1900	21280	26600	5320

Com s'observa a la taula anterior, la inversió inicial és inferior en l'adquisició del cable de Tereftalat de Polietilè.

Etapa 2. Canvis complementaris.

En aquesta etapa es comptabilitzen les possibles modificacions al sistema que seran necessàries perquè el cable de polièster sigui aplicable als vaixells de pesca de la flota d'arrossegament catalana.

Gigre. S'usa per enrotllar els cables que uneixen la embarcació amb les portes i pot ser susceptible de canvi en funció del volum que assoleixin els nous cables. Per calcular la diferència, es relacionen els volums de ambdós cables.

	PET	AISI 316	PET	AISI 316	PET	AISI 316	PET	AISI 316	PET	AISI 316
D (m)	0,022	0,016	0,022	0,016	0,022	0,016	0,022	0,016	0,022	0,016
R (m)	0,011	0,008	0,011	0,008	0,011	0,008	0,011	0,008	0,011	0,008
L (m)	450	450	700	700	1200	1000	1600	1600	1900	1900
V (m³)	0,17106	0,090478	0,266093	0,140743	0,456159	0,201062	0,608212	0,321699	0,722252	0,382018
Dif Volum	0,080582	m³	0,12535	m³	0,255097	m³	0,286513	m³	0,340234	m³

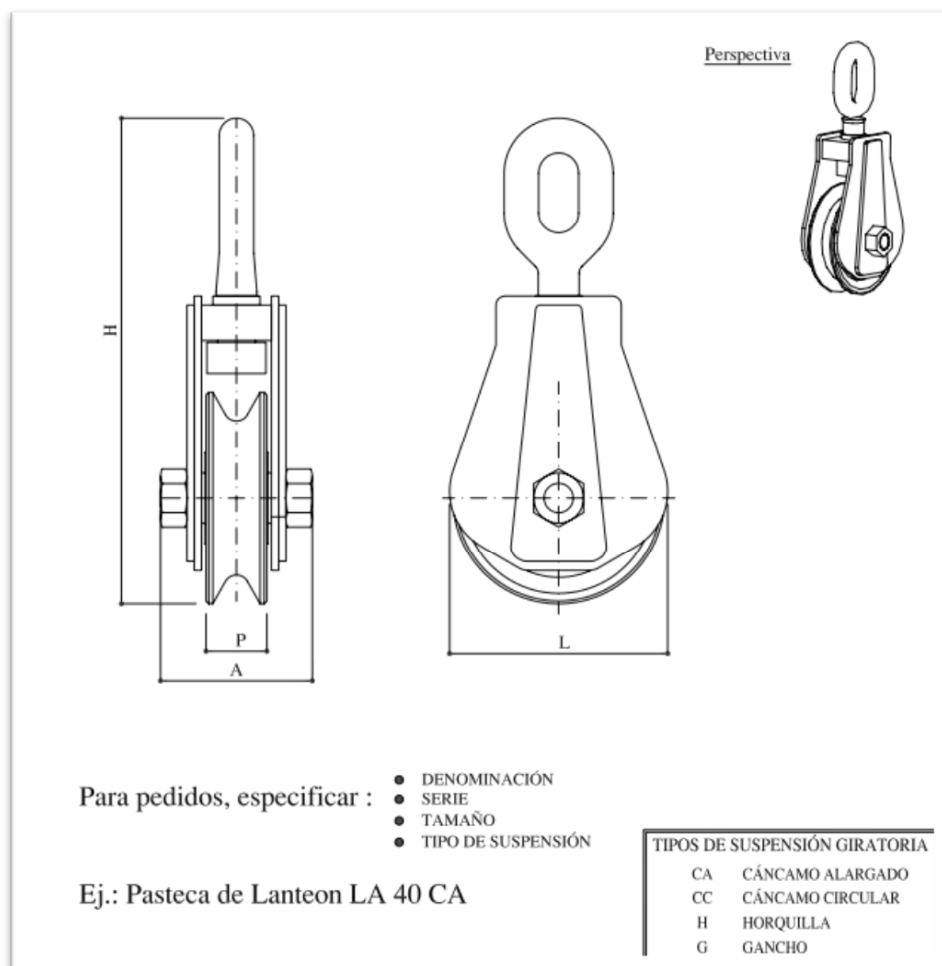
Com es comprova a la taula anterior el cable de PET pràcticament dobla en volum al d'AISI, per tant, és de suposar que caldria modificar els gigrs actuals. A aquesta despesa caldria afegir-hi les pasteques que ajuden a guiar els cables.



Com s'observa en la imatge, el rovell dels cables es marca a la peça metàl·lica que evita que el cable es surti del cilindre. Aquesta marca fa intuir que el diàmetre de la peça que fa de topall no és suficient per guardar correctament els cables de PET.



En la imatge anterior es veuen les pasteques que exerceixen de guia pels cables de pesca. Com s'observa, el diàmetre del cable s'ajusta perfectament al rail de la pasteca.



Tamaño	Tracción cable T.	Carga suspensión T.	Dimensiones					
			Ø Fondo de la polea	Ø Max. recomendado del cable	A	H	L	P
10	1	2	96	12	114	324	135	56
20	2	4	130	16	141	408	179	58
30	4	8	170	20	167	536	240	69
40	8	16	230	26	197	661	285	80
50	12	24	306	32	240	780	365	98

Un exemple de pasteca valida seria el model 40, que permet allotjar cables de fins 26 mm de diàmetre.

En el cas que s'apliquessin els diferents sistemes proposats es requeririen modificacions a les portes. Per una banda, els càlculs que es presenten pel

cable de polièster a partir de la llargada de 700 metres es basen en la inclusió d'una sola de diferents pesos col·locades sota les portes. Caldria afegir el cost del material i costos de soldadura.

En el cas que s'avanci cap al sistema de portes sense contacte amb el fons cal preveure quin serà el cost de la substitució de les portes actuals per unes de noves. De totes maneres sense saber quins beneficis d'amortització reportaran no té sentit valorar-ne els costos.

Etapa 3. Duració.

Segons les consultes realitzades a pescadors, els cables actuals solen necessitar un relleu més o menys als 8 anys. Cal tenir en compte que els cables AISI, tot i ser inoxidable, estan permanentment en contacte amb l'aigua de mar. A més, les zones inferiors del cable pateixen un desgast accelerat pel fregament amb el fons.

En el cas dels cables de Polièster, cal valorar que teòricament, no existeix zona de fregament amb el fons degut a la seva flotabilitat. En cas que n'hi pogués haver, però, només podria ser en cas d'usar els sistemes de portes amb sola, ja que tant en el que planteja l'ús de cadenes entre portes i els cables de polièster com el sistema que usa portes sense contacte amb el fons, no és possible que existeixi contacte entre el cable i el fons. De totes maneres, cal tenir en compte que el fabricant assegura una "*alta resistència als fregaments*". A més, també especifica que "*La vida útil del cable de PET ascendeix fins el 40 anys en ús exterior de -40°C a +70°C*". Críticament, es pot suposar que ni la resistència al fregament serà tan alta, ni que tampoc durarà 40 anys, però si que es pot pensar que presentarà un comportament similar al de l'acer en aquest sentit.

Etapa 4. Estalvi energètic.

En aquest aspecte del balanç econòmic, cal centrar-se en les simulacions dutes a terme, ja que no es poden extreure conclusions en els altres casos.

Tenint en compte les hipòtesis que es plantejaven ja en l'apartat d'impacte ambiental:

cv	Potència	450	370
h	Hores jornada	10	10
h	Hores pesca	7	7
h	Hores aproximació	3	3
l	Consum litres	500	400
%	% consum pesca	0,63	0,63
%	% consum aprox	0,37	0,37
l /dia	Consum pescant	315	252
l /dia	Consum aproximació	185	148

l/h	Con pesca/h	45	36
l/h	Con aprox/h	61,66667	49,33333
setmana	Dies laborables	5	5
any	Dies laborables	240	240
l/any	Consum anual	120000	96000
l/any	Con. Pesca. Any	75600	60480
l/any	Con. Aprox.Any	44400	35520
€/litres	Preu carburant	0,75	0,75
€	Cost carb. Anual	90000	72000

Estalvi en el consum de combustible durant la operació de pesca. Es suposa que la disminució de força que ha de realitzar el vaixell percentualment, és igual a la disminució de consum de combustible en %.

			450 cv	370 Cv	450 Cv	370 Cv
L cable (m)	Disminució força PET-AISI 316 %		Estalvi l/any	Estalvi l/any	Estalvi €/any	Estalvi €/any
450	9,22		6970,32	5576,256	5227,74	4182,192
700	5,84		4415,04	3532,032	3311,28	2649,024
1200	2,44	(Cable AISI són 1000 m)	1844,64	1475,712	1383,48	1106,784
1600	3		2268	1814,4	1701	1360,8
1900	2,19		1655,64	1324,512	1241,73	993,384

Durant el període d'aproximació al calador, el vaixell carregarà menys pes degut a:

L cable (m)	Dif pes (kg)	Pes portes (kg)	Dif pes total (kg)
450	580,5	0	580,5
700	903	640	263
1200	1160	600	560
1600	2064	1400	664
1900	2451	2000	451

Per poder intuir quina incidència tindran aquests pesos sobre el consum dels vaixells, s'han suposat uns desplaçaments màxims que són una mitja dels desplaçaments que presenten les embarcacions de pesca per arrossegament observades. S'ha dotat a l'embarcació de més potència d'un desplaçament lleugerament superior per contrastar valors diferents.

450 cv	kg	%	l/dia	l/any	€/any
Desplaçament Δ (kg)	Diferència Desplaçament		Estalvi combustible		Estalvi anual
80000	79419,5	0,725625	1,342406	322,1775	241,6331
80000	79737	0,32875	0,608187	145,965	109,4738
80000	79440	0,7	1,295	310,8	233,1

80000	79336	0,83	1,5355	368,52	276,39
80000	79549	0,56375	1,042938	250,305	187,7288

370 cv	kg	%	l/dia	l/any	€/any
Desplaçament Δ (kg)	Diferència	Desplaçament	Estalvi combustible		Estalvi anual
75000	74419,5	0,774	1,14552	274,9248	206,1936
75000	74737	0,350667	0,518987	124,5568	93,4176
75000	74440	0,746667	1,105067	265,216	198,912
75000	74336	0,885333	1,310293	314,4704	235,8528
75000	74549	0,601333	0,889973	213,5936	160,1952

Finalment, l'estalvi anual de combustible serà la suma dels consums en aproximació i en pesca:

	450 Cv	370 Cv
L cable (m)	Estalvi €/any	Estalvi €/any
450	5469,373	4388,386
700	3420,754	2742,442
1200	1616,58	1305,696
1600	1977,39	1596,653
1900	1429,459	1153,579

Riscos laborals

Per complementar el projecte dut a terme, a continuació es durà a terme una comparació sobre els beneficis o inconvenients que presenta l'ús pesquer del cable de PET en vers el cable AISI 316.

- El gel i la neu no s'enganxen sobre el cable.
- Al ser insensible a la corrosió, no precisa de engreixant ni manteniments.
- A -30°C es pot col·locar la mà sobre el cable sense cap risc.
- Es pot tocar el cable sense risc de ferida.
- Important reducció de pes, disminueix la possibilitat de lesió per impacte.
- L'allargament abans de ruptura agrega un factor de seguretat important. En cas d'enganxar-se, els cables Deltex s'allarguen un 12% abans de trencar-se. A més presenten un gran augment de tensió abans de trencar-se. En el cas del diàmetre de 19 mm, per exemple, l'esforç de tensió sobre els dos cables passa progressivament de 2 a 25 tones abans de trencar-se donant temps suficient per preveure que el cable s'ha enganxat. De fet, el pesquer difícilment podria continuar desplaçant-se a aquests nivells de tensió.

De totes maneres, si el cable es trenqués, presentaria, a priori, una fuetada més debilitada que la del seu homòleg d'acer inoxidable AISI 316 degut a la seva major secció (més superfície de fregament amb l'aigua), i a la seva menor densitat (menys força al reduir-se la massa considerablement).

Conclusions

El projecte que he elaborat, ha intentat mostrar la necessitat d'evolució que la pesca per arrossegament precisa. Els cables d'acer que s'usen actualment formen part d'un conjunt d'elements que és massa agressiu amb el fons marí i massa costós de "mourre" pels pescadors. Durant les simulacions s'han plantejat diferents opcions per adequar el sistema al cable de polièster ja que es considera que aquest millora substancialment les característiques dels cable d'acer AISI 316. Els resultats que s'han obtingut han estat condicionats en gran mesura a les limitacions que ens ofereixen les eines de les quals s'ha disposat.

A poca profunditat, on s'han obtingut els millors resultats, l'aplicació del cable de Tereftalat de polietilè suposa una millora important de l'eficiència. En concret, s'aconsegueixen reduccions de resistència de l'equip de pesca d'entre el 9 – 10% usant portes convencionals.

Les alternatives que s'han proposat per grans profunditats són, en els casos de les soles i de les cadenes, parcialment vàlides doncs caldria usar diferents pesos per les diferents profunditats. Això vol dir que els pescadors haurien de disposar de diferents soles i de diferents cadenes segons la profunditat a la que volguessin pescar. Tot i això i tenint en compte que s'apliquen importants pesos per equilibrar l'efecte que la flotació del cable produeix, les millores d'eficiència volten el 2-3%. Paradoxalment, la combinació que pot resultar més exitosa és la que menys s'ha pogut desenvolupar durant el projecte. La possibilitat de combinar els cables de polièster amb les portes sense contacte amb el fons pot suposar una molt bona solució tant a nivell d'eficiència com de sostenibilitat i sota el meu parer, han de marcar-se com a referència pel desenvolupament de la millora dels sistemes de pesca per arrossegament de la nostra flota pesquera. És molt important tenir en compte que les millores d'eficiència en aquestes embarcacions suposen importants quantitats de litres de combustible anuals (S'obtenen reduccions de consum d'uns 5.000 litres anuals en les simulacions a poca profunditat i per tant, sense pesos afegits). Les portes sense contacte amb el fons no són cap novetat i ja han estat provades amb grans resultats, ara cal poder ajuntar-les amb els cables de polièster i treballar per sumar les avantatges d'aquests dos elements.

En totes les profunditats, s'ha pogut veure que el material generaria menys desgast del fons marí i que emetria menys gasos de combustió a l'atmosfera. També s'extreu (Si es confirma que el preu és similar o inferior al dels cables actuals) que la instal·lació dels cables suposarà un estalvi econòmic important anual ajudant, en part, a reactivar el sector.

A més, cal destacar que el cable que s'ha proposat durant el projecte és reciclable i que a priori i sense haver pogut saber-ne el preu, està en nivells de competitivitat similars als cables que s'usen actualment. En definitiva, crec que el projecte mostra un camí prou optimista en l'ús d'aquests nous cables com perquè sigui interessant continuar investigant les possibilitats que ofereix.

Personalment, m'agradaria destacar l'experiència que ha suposat el desenvolupament d'aquest projecte. Tot i que ha implicat una durada molt més llarga del que m'hagués agradat, el fet d'elaborar un tema que no s'ha plantejat fins ara dins la facultat m'ha ajudat a ser capaç de desenvolupar un treball sense referències clares o exemples. A més, des de el meu punt de vista, és motivador i útil per l'estudiant que s'incorpora al món laboral apartar-se de l'eix teòric i encarar-se al món fora dels llibres i de la universitat. En un treball acadèmic els problemes més habituals es produeixen en els càlculs i els números. En canvi, les principals dificultats en les quals m'he trobat en aquest cas, han estat contactar amb distribuïdors i empreses, aconseguir dades per enllaçar resultats, coordinar diferents interlocutors, etc. Si a més, pots aportar alguna innovació al sector sobre el qual treballes i veus que el que elabores genera interès en empreses i institucions, encara resulta un projecte més enriquidor i motivador.

Fent un balanç dels resultats aconseguits, penso que la majoria d'objectius que es plantejaven al principi del projecte han estat assolits. Ara bé, tal i com he expressat abans, ha faltat poder acabar de definir quin és el sistema òptim de funcionament del sistema de pesca i poder establir quin benefici econòmic pot generar la mesura doncs, malgrat la insistència, no ha estat possible conèixer el preu del producte exactament. De totes maneres, a partir d'ara cal intentar aconseguir ajudes per poder provar el material juntament amb les portes sense contacte amb el fons al mar *in situ* i extreure conclusions definitives.

Des de aquestes línies m'agradaria instar a les institucions d'aquest país a que, malgrat els temps de crisi actual, proporcionin ajudes als pescadors i als investigadors perquè s'avanci en aquesta matèria. Cal tenir clar que no tirarem endavant mentre no desenvolupem noves idees i siguem capaços de generar competitivitat. Si es fa correctament, acabarà sent una inversió i no pas una despesa.

Annex

Simulació 2.

SIMULACIO	SIMULACIO
Simbou versio : 3.0 Data : 8/11/2012 a les 17: 1 Error : no	Simbou versio : 3,0 Data : 17/10/2012 a les 10:49 Error : no
DATOS DE ENTRADA	DATOS DE ENTRADA
GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.00 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 167.0 m ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NIL LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 20.0 m MALLETA LONGITUD : 106.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m PUERTA MODELO : GRILL PESO (SUPERFICIE) : 600.00 kg ALTURA : 1.15 m LONGITUD : 1.80 m ANCHURA MEDIA : 0.09 m AREA : 2.000 m2 POSICION CABLE : POS-1 CABLE LONGITUD : 700.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 0.325 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010	GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3,00 nudos DENSIDAD AGUA : 1026,00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0,61 PROFUNDIDAD : 167,0 m ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NIL LONGITUD : 50,0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50,0 m APERTURA CALONES : 20,0 m MALLETA LONGITUD : 106,0 m DIAMETRO : 0,022 m QUILOGRAMOS METRO : 1,700 kg/m PUERTA MODELO : GRILL PESO (SUPERFICIE) : 280,00 kg ALTURA : 1,15 m LONGITUD : 1,80 m ANCHURA MEDIA : 0,09 m AREA : 2,000 m2 POSICION CABLE : POS-1 CABLE LONGITUD : 700,0 m DIAMETRO : 0,016 m QUILOGRAMOS METRO : 0,970 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7,000 m TENSION DE ROTURA : 0,10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1,800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0,010
RESULTADOS	RESULTADOS
----- 1.ARTE ----- CALONES Distancia entre calones : 20.00 m	----- 1,ARTE ----- CALONES Distancia entre calones : 20,00 m

<p>Angulo de yaw : -10.85 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 38.83 m Tension en triangulos: 10300.50 N (1050.0 kg) F.Hidrodinámica total : 20601.00 N (2100.0 kg) Angulo de yaw : -10.85 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>----- 2. MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.85 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.85 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>----- 3. PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION Distancia entre puertas : 79.42 m Angulo de ataque : -31.15 ° Coeficiente de drag Cd : 0.84 Coeficiente de lift Cl : 1.18 Relación Cl/Cd : 1.40 Coeficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE Tensión : 13327.60 N (1358.6 kg) Angulo de yaw : 4.32 ° Angulo de pich : 20.09 °</p> <p>UNION MALLETA Tensión : 10300.50 N (1050.0 kg) Angulo de yaw : -10.85 ° Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO Tensión superior : 5672.68 N (49.7 %) Tensión inferior : 5749.22 N (50.3 %) Tensión total : 11421.89 N (1164.3 kg) Angulo pies de gallo : 25.60 ° Angulo malleta : -0.18 °</p>	<p>Angulo de yaw : -11,26 ° Angulo de pich : 0,00 °</p> <p>TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 39,53 m Tension en triangulos: 10300,50 N (1050,0 kg) F.Hidrodinámica total : 20601,00 N (2100,0 kg) Angulo de yaw : -11,26 ° Angulo de pich : 0,00 °</p> <p>----- 2, MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS Tensión : 10300,50 N (1050,0 kg) Angulo de yaw : -11,26 ° Angulo de pich : 0,00 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 10300,50 N (1050,0 kg) Angulo de yaw : -11,26 ° Angulo de pich : 0,00 °</p> <p>----- 3, PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION Distancia entre puertas : 81,63 m Angulo de ataque : -31,54 ° Coeficiente de drag Cd : 0,85 Coeficiente de lift Cl : 1,17 Relación Cl/Cd : 1,38 Coeficiente z : 0,00</p> <p>UNION CABLE Tensión : 12982,27 N (1323,4 kg) Angulo de yaw : 3,78 ° Angulo de pich : 5,14 °</p> <p>UNION MALLETA Tensión : 10300,50 N (1050,0 kg) Angulo de yaw : -11,26 ° Angulo de pich : 0,00 °</p> <p>PIES DE GALLO Tensión superior : 5662,61 N (49,6 %) Tensión inferior : 5759,25 N (50,4 %) Tensión total : 11421,86 N (1164,3 kg) Angulo pies de gallo : 25,60 ° Angulo malleta : -0,23 °</p>
--	---

<p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 600.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -78.92 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -51.00 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 31.11 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -1272.27 Fy = -96.05 Fz = -466.70 Fuerzas malleta superior : Fx = 512.15 Fy = -98.19 Fz = 249.88 Fuerzas malleta inferior : Fx = 519.06 Fy = -99.51 Fz = -253.25 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 209.95 Fy = 293.75 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = -0.52 Mz = 66.43 My = 315.95 Momento malleta up : Mx = -38.30 Mz = -32.99 My = 283.74 Momento malleta down : Mx = 38.82 Mz = -33.44 My = -287.57 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 377.91</p> <p>----- 4. CABLE ----- CONFIGURACION Longitud : 700.00 m Fracción de ruptura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensión : 13776.03 N (1404.3 kg) Angulo de yaw : 2.31 ° Angulo de pich : 9.60 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 13327.60 N (1358.6 kg) Angulo de yaw : 4.32 ° Angulo de pich : 20.09 °</p> <p>----- 5. BARCO ----- FUERZAS (2 puertas) Total : 27552.06 N (2808.6 kg) Horizonta : 27166.61 N (2769.3 kg) (85.5 %) Vertical : 4592.51 N (468.1 kg)</p>	<p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 280.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -36.83 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -120.47 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 73.48 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -1315.19 Fy = -86.94 Fz = -118.45 Fuerzas malleta superior : Fx = 510.53 Fy = -101.65 Fz = 249.43 Fuerzas malleta inferior : Fx = 519.25 Fy = -103.38 Fz = -253.69 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 211.93 Fy = 291.97 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = -0.69 Mz = 66.48 My = 80.18 Momento malleta up : Mx = -40.23 Mz = -32.96 My = 282.96 Momento malleta down : Mx = 40.92 Mz = -33.52 My = -287.79 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 52.99</p> <p>----- 4. CABLE ----- CONFIGURACION Longitud : 700.00 m Fracción de ruptura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensión : 14631.20 N (1491,5 kg) Angulo de yaw : 2,40 ° Angulo de pich : 20,03 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 12982,27 N (1323,4 kg) Angulo de yaw : 3,78 ° Angulo de pich : 5,14 °</p> <p>----- 5. BARCO ----- FUERZAS (2 puertas) Total : 29262,40 N (2982,9 kg) Horizonta : 27492,46 N (2802,5 kg) (73,3 %) Vertical : 10022,60 N (1021,7 kg)</p>
---	--

(14.5 %)	kg) (26,7 %)
CAIDAS DE TENSION	CAIDAS DE TENSION
Arte :75. %	Arte :70, %
Malleta : 0. %	Malleta : 0, %
Puertas :22. %	Puertas :18, %
Cable : 3. %	Cable :11, %

Simulació 3

<p>-----</p> <p style="text-align: center;">SIMULACIO</p> <p>-----</p> <p>Simbou versio : 3.0 Data : 12/11/2012 a les 16:26 Error : no</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">DATOS DE ENTRADA</p> <p>-----</p> <p>GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.30 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 250.8 m</p> <p>ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NILH1 LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 37.3 m</p> <p>MALLETA LONGITUD : 150.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m</p> <p>PUERTA MODELO : P950 PESO (SUPERFICIE) : 780.00 kg ALTURA : 1.38 m LONGITUD : 2.40 m ANCHURA MEDIA : 0.12 m AREA : 2.900 m2 POSICION CABLE : POS-1</p> <p>CABLE LONGITUD : 1200.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 0.325 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">RESULTADOS</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<p>-----</p> <p style="text-align: center;">SIMULACIO</p> <p>-----</p> <p>Simbou versio : 3.0 Data : 12/11/2012 a les 16:22 Error : no</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">DATOS DE ENTRADA</p> <p>-----</p> <p>GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.30 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 250.8 m</p> <p>ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NILH1 LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 37.3 m</p> <p>MALLETA LONGITUD : 150.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m</p> <p>PUERTA MODELO : P950 PESO (SUPERFICIE) : 480.00 kg ALTURA : 1.38 m LONGITUD : 2.40 m ANCHURA MEDIA : 0.12 m AREA : 2.900 m2 POSICION CABLE : POS-1</p> <p>CABLE LONGITUD : 1000.0 m DIAMETRO : 0.016 m QUILOGRAMOS METRO : 0.970 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">RESULTADOS</p> <p>-----</p> <p>-----</p>
--	--

<p>1.ARTE -----</p> <p>CALONES</p> <p>Distancia entre calones : 37.30 m</p> <p>Angulo de yaw : -7.53 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Distancia entre triangulos: 50.41 m</p> <p>Tension en triangulos: 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>F.Hidrodinámica total : 55406.88 N (5648.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.53 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>2. MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.53 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.53 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>3. PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Distancia entre puertas : 90.67 m</p> <p>Angulo de ataque : -26.65 °</p> <p>Coefficiente de drag Cd : 0.59</p> <p>Coefficiente de lift Cl : 1.17</p> <p>Relación Cl/Cd : 1.98</p> <p>Coefficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE</p> <p>Tensión : 31316.40 N (3192.3 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -357.37 °</p> <p>Angulo de pich : 16.15 °</p> <p>UNION MALLETA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.53 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO</p> <p>Tensión superior : 18916.74 N (66.4 %)</p> <p>Tensión inferior : 9584.18 N (33.6 %)</p>	<p>1.ARTE -----</p> <p>CALONES</p> <p>Distancia entre calones : 37.30 m</p> <p>Angulo de yaw : -7.26 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Distancia entre triangulos: 49.94 m</p> <p>Tension en triangulos: 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>F.Hidrodinámica total : 55406.88 N (5648.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.26 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>2. MALLETA -----</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.26 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.26 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>3. PUERTA -----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Distancia entre puertas : 88.76 m</p> <p>Angulo de ataque : -26.41 °</p> <p>Coefficiente de drag Cd : 0.58</p> <p>Coefficiente de lift Cl : 1.16</p> <p>Relación Cl/Cd : 2.01</p> <p>Coefficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE</p> <p>Tensión : 30568.14 N (3116.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 362.81 °</p> <p>Angulo de pich : 9.92 °</p> <p>UNION MALLETA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.26 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO</p> <p>Tensión superior : 17142.94 N (60.0 %)</p> <p>Tensión inferior : 11420.74 N (40.0 %)</p>
--	---

<p>(%)</p> <p>Tensión total : 28500.93 N (2905.3 kg)</p> <p>Angulo pies de gallo : 14.40 °</p> <p>Angulo malleta : 4.80 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg)</p> <p>Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 780.00</p> <p>Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -102.60</p> <p>Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -25.87</p> <p>Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 15.78 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>Fuerzas cable : Fx = -3063.06 Fy = -140.81 Fz = -888.03</p> <p>Fuerzas malleta superior : Fx = 1851.66 Fy = -244.79 Fz = 479.39</p> <p>Fuerzas malleta inferior : Fx = 938.14 Fy = -124.02 Fz = -242.89</p> <p>Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 257.47 Fy = 509.63 Fz = 0.00</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm)</p> <p>Momento del cable : Mx = 100.80 Mz = -293.79 My = 339.99</p> <p>Momento malleta up : Mx = -204.33 Mz = 195.00 My = 1163.69</p> <p>Momento malleta down : Mx = 103.52 Mz = 98.79 My = -589.58</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 1057.73</p> <p>-----</p> <p>4. CABLE</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Longitud : 1200.00 m</p> <p>Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE</p> <p>Tensión : 32326.75 N (3295.3 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -358.37 °</p> <p>Angulo de pich : 9.07 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 31316.40 N (3192.3 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -357.37 °</p> <p>Angulo de pich : 16.15 °</p> <p>-----</p> <p>5. BARCO</p> <p>-----</p>	<p>(%)</p> <p>Tensión total : 28563.67 N (2911.7 kg)</p> <p>Angulo pies de gallo : 14.40 °</p> <p>Angulo malleta : 2.94 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg)</p> <p>Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 480.00</p> <p>Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -63.14</p> <p>Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -25.01</p> <p>Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 15.26 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>Fuerzas cable : Fx = -3065.72 Fy = -150.64 Fz = -536.86</p> <p>Fuerzas malleta superior : Fx = 1679.06 Fy = -213.89 Fz = 434.44</p> <p>Fuerzas malleta inferior : Fx = 1118.60 Fy = -142.50 Fz = -289.43</p> <p>Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 252.80 Fy = 507.03 Fz = 0.00</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm)</p> <p>Momento del cable : Mx = 60.20 Mz = -295.54 My = 171.77</p> <p>Momento malleta up : Mx = -180.34 Mz = 177.38 My = 1055.39</p> <p>Momento malleta down : Mx = 120.14 Mz = 118.17 My = -703.11</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 605.79</p> <p>-----</p> <p>4. CABLE</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Longitud : 1000.00 m</p> <p>Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE</p> <p>Tensión : 33136.26 N (3377.8 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 361.98 °</p> <p>Angulo de pich : 18.07 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 30568.14 N (3116.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 362.81 °</p> <p>Angulo de pich : 9.92 °</p> <p>-----</p> <p>5. BARCO</p> <p>-----</p>
---	--

FUERZAS (2 puertas)	FUERZAS (2 puertas)
Total : 64653.50 N (6590.6 kg)	Total : 66272.51 N (6755.6 kg)
Horizonta : 63844.54 N (6508.1 kg) (86.2 %)	Horizonta : 63005.26 N (6422.6 kg) (75.4 %)
Vertical : 10195.57 N (1039.3 kg) (13.8 %)	Vertical : 20551.95 N (2095.0 kg) (24.6 %)
CAIDAS DE TENSION	CAIDAS DE TENSION
Arte :86. %	Arte :84. %
Malleta : 0. %	Malleta : 0. %
Puertas :11. %	Puertas : 9. %
Cable : 3. %	Cable : 8. %

Simulació 4

<p>-----</p> <p style="text-align: center;">SIMULACIO</p> <p>-----</p> <p>Simbou versio : 3.0 Data : 13/11/2012 a les 1:43 Error : no</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">DATOS DE ENTRADA</p> <p>-----</p> <p>GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.30 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 418.0 m</p> <p>ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NILH1 LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 37.3 m</p> <p>MALLETA LONGITUD : 150.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m</p> <p>PUERTA MODELO : P950 PESO (SUPERFICIE) : 1180.00 kg ALTURA : 1.38 m LONGITUD : 2.40 m ANCHURA MEDIA : 0.12 m AREA : 2.900 m2 POSICION CABLE : POS-1</p> <p>CABLE LONGITUD : 1600.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 0.325 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG.: 0.010</p>	<p>-----</p> <p style="text-align: center;">SIMULACIO</p> <p>-----</p> <p>Simbou versio : 3.0 Data : 13/11/2012 a les 1:35 Error : no</p> <p>-----</p> <p style="text-align: center;">DATOS DE ENTRADA</p> <p>-----</p> <p>GENERAL VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.30 nudos DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3 COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61 PROFUNDIDAD : 418.0 m</p> <p>ARTE TIPO : Cadenero BARCO : NILH1 LONGITUD : 50.0 m LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m APERTURA CALONES : 37.3 m</p> <p>MALLETA LONGITUD : 150.0 m DIAMETRO : 0.022 m QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m</p> <p>PUERTA MODELO : P950 PESO (SUPERFICIE) : 480.00 kg ALTURA : 1.38 m LONGITUD : 2.40 m ANCHURA MEDIA : 0.12 m AREA : 2.900 m2 POSICION CABLE : POS-1</p> <p>CABLE LONGITUD : 1600.0 m DIAMETRO : 0.016 m QUILOGRAMOS METRO : 0.970 kg/m SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG.: 0.010</p>
---	--

RESULTADOS	RESULTADOS
<p>-----</p> <p>1.ARTE</p> <p>-----</p> <p>CALONES</p> <p>Distancia entre calones : 37.30 m</p> <p>Angulo de yaw : -7.85 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Distancia entre triangulos: 50.96 m</p> <p>Tension en triangulos: 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>F.Hidrodinámica total : 55406.88 N (5648.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.85 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>2. MALLETA</p> <p>-----</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.85 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.85 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>3. PUERTA</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Distancia entre puertas : 92.91 m</p> <p>Angulo de ataque : -26.94 °</p> <p>Coeficiente de drag Cd : 0.60</p> <p>Coeficiente de lift Cl : 1.17</p> <p>Relación Cl/Cd : 1.95</p> <p>Coeficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE</p> <p>Tensión : 32777.49 N (3341.2 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 362.43 °</p> <p>Angulo de pich : 23.40 °</p> <p>UNION MALLETA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -7.85 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p>	<p>-----</p> <p>1.ARTE</p> <p>-----</p> <p>CALONES</p> <p>Distancia entre calones : 37.30 m</p> <p>Angulo de yaw : -8.25 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Distancia entre triangulos: 51.64 m</p> <p>Tension en triangulos: 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>F.Hidrodinámica total : 55406.88 N (5648.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.25 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>2. MALLETA</p> <p>-----</p> <p>TRIANGULOS</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.25 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.25 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>-----</p> <p>3. PUERTA</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Distancia entre puertas : 95.70 m</p> <p>Angulo de ataque : -27.36 °</p> <p>Coeficiente de drag Cd : 0.62</p> <p>Coeficiente de lift Cl : 1.18</p> <p>Relación Cl/Cd : 1.91</p> <p>Coeficiente z : 0.00</p> <p>UNION CABLE</p> <p>Tensión : 30850.56 N (3144.8 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 362.07 °</p> <p>Angulo de pich : 8.05 °</p> <p>UNION MALLETA</p> <p>Tensión : 27703.44 N (2824.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.25 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p>

<p>PIES DE GALLO Tensión superior : 20918.57 N (73.7 %) Tensión inferior : 7473.90 N (26.3 %) Tensión total : 28392.47 N (2894.2 kg) Angulo pies de gallo : 14.40 ° Angulo malleta : 6.93 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 1180.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -155.22 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -38.27 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 23.35 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -3063.56 Fy = -129.89 Fz = -1327.23 Fuerzas malleta superior : Fx = 2046.07 Fy = -282.09 Fz = 530.13 Fuerzas malleta inferior : Fx = 731.03 Fy = -100.79 Fz = -189.41 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 263.11 Fy = 512.76 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = 149.70 Mz = -291.65 My = 550.71 Momento malleta up : Mx = -232.92 Mz = 214.88 My = 1285.61 Momento malleta down : Mx = 83.22 Mz = 76.77 My = -459.33 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 1594.93</p> <p>----- 4. CABLE ----- CONFIGURACION Longitud : 1600.00 m Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensión : 34027.23 N (3468.6 kg) Angulo de yaw : 361.12 ° Angulo de pich : 10.03 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 32777.49 N (3341.2 kg) Angulo de yaw : 362.43 °</p>	<p>PIES DE GALLO Tensión superior : 16289.33 N (57.0 %) Tensión inferior : 12293.69 N (43.0 %) Tensión total : 28583.02 N (2913.7 kg) Angulo pies de gallo : 14.40 ° Angulo malleta : 2.05 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg) Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 480.00 Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -63.14 Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -77.65 Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 47.37 Fy = 0.00 Fz = 0.00 Fuerzas cable : Fx = -3111.77 Fy = -112.63 Fz = -440.47 Fuerzas malleta superior : Fx = 1591.72 Fy = -230.65 Fz = 412.81 Fuerzas malleta inferior : Fx = 1201.29 Fy = -174.08 Fz = -311.55 Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 271.39 Fy = 517.36 Fz = 0.00 ----- TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm) Momento del cable : Mx = 46.21 Mz = -294.43 My = 125.31 Momento malleta up : Mx = -188.40 Mz = 167.80 My = 999.80 Momento malleta down : Mx = 142.18 Mz = 126.64 My = -754.56 ----- TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 413.75</p> <p>----- 4. CABLE ----- CONFIGURACION Longitud : 1600.00 m Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE Tensión : 35080.35 N (3576.0 kg) Angulo de yaw : 361.18 ° Angulo de pich : 19.88 °</p> <p>UNION PUERTA Tensión : 30850.56 N (3144.8 kg) Angulo de yaw : 362.07 °</p>
--	--

Angulo de pich : 23.40 °	Angulo de pich : 8.05 °
-----	-----
5. BARCO	5. BARCO
-----	-----
FUERZAS (2 puertas)	FUERZAS (2 puertas)
Total : 68054.45 N (6937.3 kg)	Total : 70160.70 N (7152.0 kg)
Horitzontal : 67013.39 N (6831.1 kg) (85.0 %)	Horitzontal : 65980.36 N (6725.8 kg) (73.4 %)
Vertical : 11858.06 N (1208.8 kg) (15.0 %)	Vertical : 23856.15 N (2431.8 kg) (26.6 %)
CAIDAS DE TENSION	CAIDAS DE TENSION
Arte :81. %	Arte :79. %
Malleta : 0. %	Malleta : 0. %
Puertas :15. %	Puertas : 9. %
Cable : 4. %	Cable :12. %

Simulació 5

-----	-----
SIMULACIO	SIMULACIO
-----	-----
Simbou versio : 3.0	Simbou versio : 3.0
Data : 13/11/2012 a les 1: 5	Data : 12/11/2012 a les 16:31
Error : no	Error : no
-----	-----
DATOS DE ENTRADA	DATOS DE ENTRADA
-----	-----
GENERAL	GENERAL
VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.00 nudos	VELOCIDAD DE ARRASTRE : 3.00 nudos
DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3	DENSIDAD AGUA : 1026.00 kgm3
COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61	COEFICIENTE FRICCIÓN FONDO: 0.61
PROFUNDIDAD : 585.0 m	PROFUNDIDAD : 585.0 m
ARTE	ARTE
TIPO : Cadenero	TIPO : Cadenero
BARCO : NILH2	BARCO : NILH2
LONGITUD : 50.0 m	LONGITUD : 50.0 m
LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m	LONGITUD PERIGALLOS : 50.0 m
APERTURA CALONES : 31.2 m	APERTURA CALONES : 31.2 m
MALLETA	MALLETA
LONGITUD : 0.0 m	LONGITUD : 0.0 m
DIAMETRO : 0.022 m	DIAMETRO : 0.022 m
QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m	QUILOGRAMOS METRO : 1.700 kg/m
PUERTA	PUERTA
MODELO : P1150	MODELO : P1150
PESO (SUPERFICIE) : 1600.00 kg	PESO (SUPERFICIE) : 600.00 kg
ALTURA : 1.49 m	ALTURA : 1.49 m
LONGITUD : 2.56 m	LONGITUD : 2.56 m
ANCHURA MEDIA : 0.13 m	ANCHURA MEDIA : 0.13 m
AREA : 3.280 m2	AREA : 3.280 m2
POSICION CABLE : POS-1	POSICION CABLE : POS-1
CABLE	CABLE
LONGITUD : 1900.0 m	LONGITUD : 1900.0 m
DIAMETRO : 0.022 m	DIAMETRO : 0.016 m
QUILOGRAMOS METRO : 0.325 kg/m	QUILOGRAMOS METRO : 0.970 kg/m
SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m	SEPARACION EN SUPERFICIE : 7.000 m

TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010	TENSION DE ROTURA : 0.10E+10 kg COEFICIENTE DE DRAG NORMAL: 1.800 COEFICIENTE DE DRAG TANG. : 0.010
<div>-----</div> <div>RESULTADOS</div> <div>-----</div>	<div>-----</div> <div>RESULTADOS</div> <div>-----</div>
<div>-----</div> <div>1.ARTE</div> <div>-----</div>	<div>-----</div> <div>1.ARTE</div> <div>-----</div>
CALONES Distancia entre calones : 31.20 m Angulo de yaw : -8.51 ° Angulo de pich : 0.00 °	CALONES Distancia entre calones : 31.20 m Angulo de yaw : -8.66 ° Angulo de pich : 0.00 °
TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 46.00 m Tension en triangulos: 28988.55 N (2955.0 kg) F.Hidrodinámica total : 57977.10 N (5910.0 kg) Angulo de yaw : -8.51 ° Angulo de pich : 0.00 °	TRIANGULOS Distancia entre triangulos: 46.26 m Tension en triangulos: 28988.55 N (2955.0 kg) F.Hidrodinámica total : 57977.10 N (5910.0 kg) Angulo de yaw : -8.66 ° Angulo de pich : 0.00 °
<div>-----</div> <div>2. MALLETA</div> <div>-----</div>	<div>-----</div> <div>2. MALLETA</div> <div>-----</div>
TRIANGULOS Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg) Angulo de yaw : -8.51 ° Angulo de pich : 0.00 °	TRIANGULOS Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg) Angulo de yaw : -8.66 ° Angulo de pich : 0.00 °
UNION PUERTA Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg) Angulo de yaw : -8.51 ° Angulo de pich : 0.00 °	UNION PUERTA Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg) Angulo de yaw : -8.66 ° Angulo de pich : 0.00 °
<div>-----</div> <div>3. PUERTA</div> <div>-----</div>	<div>-----</div> <div>3. PUERTA</div> <div>-----</div>
CONFIGURACION Distancia entre puertas : 47.13 m Angulo de ataque : -27.92 ° Coeficiente de drag Cd : 0.65 Coeficiente de lift Cl : 1.20 Relación Cl/Cd : 1.85 Coeficiente z : 0.00	CONFIGURACION Distancia entre puertas : 47.42 m Angulo de ataque : -28.07 ° Coeficiente de drag Cd : 0.65 Coeficiente de lift Cl : 1.20 Relación Cl/Cd : 1.84 Coeficiente z : 0.00
UNION CABLE Tensión : 35612.95 N (3630.3 kg) Angulo de yaw : -719.00 ° Angulo de pich : 28.25 °	UNION CABLE Tensión : 32074.94 N (3269.6 kg) Angulo de yaw : 720.83 ° Angulo de pich : 10.72 °
UNION MALLETA	UNION MALLETA

<p>Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.51 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO</p> <p>Tensión superior : 22486.84 N (75.8 %)</p> <p>Tensión inferior : 7182.43 N (24.2 %)</p> <p>Tensión total : 29669.26 N (3024.4 kg)</p> <p>Angulo pies de gallo : 14.40 °</p> <p>Angulo malleta : 7.54 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg)</p> <p>Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 1600.00</p> <p>Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -210.46</p> <p>Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -59.28</p> <p>Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 36.16 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>Fuerzas cable : Fx = -3197.48 Fy = -55.95 Fz = -1718.11</p> <p>Fuerzas malleta superior : Fx = 2195.83 Fy = -328.52 Fz = 569.87</p> <p>Fuerzas malleta inferior : Fx = 701.36 Fy = -104.93 Fz = -182.02</p> <p>Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 264.12 Fy = 489.40 Fz = 0.00</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm)</p> <p>Momento del cable : Mx = 194.82 Mz = -336.99 My = 785.42</p> <p>Momento malleta up : Mx = -286.25 Mz = 255.41 My = 1470.25</p> <p>Momento malleta down : Mx = 91.43 Mz = 81.58 My = -469.61</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 2095.49</p> <p>-----</p> <p>4. CABLE</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Longitud : 1900.00 m</p> <p>Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE</p> <p>Tensión : 36683.52 N (3739.4 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -719.56 °</p> <p>Angulo de pich : 11.72 °</p>	<p>Tensión : 28988.55 N (2955.0 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -8.66 °</p> <p>Angulo de pich : 0.00 °</p> <p>PIES DE GALLO</p> <p>Tensión superior : 17559.19 N (58.7 %)</p> <p>Tensión inferior : 12338.97 N (41.3 %)</p> <p>Tensión total : 29898.17 N (3047.7 kg)</p> <p>Angulo pies de gallo : 14.40 °</p> <p>Angulo malleta : 2.57 °</p> <p>BALANCE DE FUERZAS (en kg)</p> <p>Peso de la puerta : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 600.00</p> <p>Fuerza sustentación agua : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -78.92</p> <p>Reacción del fondo : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = -45.30</p> <p>Fuerzas rozamiento fondo : Fx = 27.63 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>Fuerzas cable : Fx = -3212.24 Fy = -46.29 Fz = -608.07</p> <p>Fuerzas malleta superior : Fx = 1713.95 Fy = -261.12 Fz = 444.99</p> <p>Fuerzas malleta inferior : Fx = 1204.41 Fy = -183.49 Fz = -312.70</p> <p>Fuerzas hidrodinámicas : Fx = 266.25 Fy = 490.91 Fz = 0.00</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Fx = 0.00 Fy = 0.00 Fz = 0.00</p> <p>BALANCE DE MOMENTOS (en kgm)</p> <p>Momento del cable : Mx = 67.36 Mz = -339.37 My = 216.15</p> <p>Momento malleta up : Mx = -226.57 Mz = 199.31 My = 1147.47</p> <p>Momento malleta down : Mx = 159.21 Mz = 140.06 My = -806.34</p> <p>-----</p> <p>TOTAL : Mx = 0.00 Mz = 0.00 My = 655.31</p> <p>-----</p> <p>4. CABLE</p> <p>-----</p> <p>CONFIGURACION</p> <p>Longitud : 1900.00 m</p> <p>Fracción de rutura : 0.00 %</p> <p>UNION SUPERFICIE</p> <p>Tensión : 37504.97 N (3823.1 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 720.44 °</p> <p>Angulo de pich : 22.52 °</p>
---	---

<p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 35612.95 N (3630.3 kg)</p> <p>Angulo de yaw : -719.00 °</p> <p>Angulo de pich : 28.25 °</p> <p>-----</p> <p>5. BARCO</p> <p>-----</p> <p>FUERZAS (2 puertas)</p> <p>Total : 73367.04 N (7478.8 kg)</p> <p>Horizonta : 71837.08 N (7322.8 kg) (82.8 %)</p> <p>Vertical : 14904.92 N (1519.4 kg) (17.2 %)</p> <p>CAIDAS DE TENSION</p> <p>Arte :79. %</p> <p>Malleta : 0. %</p> <p>Puertas :18. %</p> <p>Cable : 3. %</p>	<p>UNION PUERTA</p> <p>Tensión : 32074.94 N (3269.6 kg)</p> <p>Angulo de yaw : 720.83 °</p> <p>Angulo de pich : 10.72 °</p> <p>-----</p> <p>5. BARCO</p> <p>-----</p> <p>FUERZAS (2 puertas)</p> <p>Total : 75009.95 N (7646.3 kg)</p> <p>Horizonta : 69289.80 N (7063.2 kg) (70.7 %)</p> <p>Vertical : 28730.06 N (2928.7 kg) (29.3 %)</p> <p>CAIDAS DE TENSION</p> <p>Arte :77. %</p> <p>Malleta : 0. %</p> <p>Puertas : 8. %</p> <p>Cable :14. %</p>
--	---

Bibliografia

- (1) Font: <http://www.documare.org/index.php/la-pesca-a-catalunya/historia-de-la-pesca>
- (2) Font: Pesca i biologia de les espècies d'interès comercial. Joaquim Elias i Puigcerver.
- (3) Font: Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Millora de l'eficiència, la sostenibilitat i el benefici de la flota pesquera d'arrossegament catalana.
- (4) Fonts: Estudi de Tragsatec. Informe comparatiu sobre cables d'arrossegament de diferents materials: Acer AISI 316 i Polièster PET
- (5) Dades extretes de: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyetilene>
- (6) Font: Catàleg Deltex: Cables, fondeos y remolque. Pàgina 1
- (7) Font: Catàleg Deltex: Cables, fondeos y remolque. Pàgina 3
- (8) Font: Catàleg Deltex: Cables, fondeos y remolque. Pàgina: 2
- (9) Dades extretes de: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polypropylene>
- (10) Font: http://www.mexplast.com.mx/cable_de_polipropileno.html
- (11) Dades extretes de: <http://en.wikipedia.org/wiki/Polyamide>
- (12) Font:
http://www.fernandezvila.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage-ask.tpl&product_id=13676&category_id=42&option=com_virtuemart&Itemid=1&vmcchk=1&Itemid=1
- (13) Font: revista "A fondo", 3-6-2010. Pàgina: 60

Materials

<http://www.uca.edu.sv/facultad/clases/ing/m210031/Tema%2017.pdf>

<http://www.plasticos->

[mecanizables.com/plasticos_Politereftalato_PET.html](http://www.plasticos-mecanizables.com/plasticos_Politereftalato_PET.html)

<http://www.monografias.com/trabajos11/polim/polim.shtml>

<http://www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/PET/dtecnicos/dtecnicos.htm>

<http://www.sipem.es/pdf/PET.pdf>

http://www.mexplast.com.mx/cable_de_polipropileno.html

http://www.fernandezvila.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage-

[ask.tpl&product_id=13676&category_id=42&option=com_virtuemart&Itemid=1](http://www.fernandezvila.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage-ask.tpl&product_id=13676&category_id=42&option=com_virtuemart&Itemid=1)

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polyamide>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Polypropylene>

http://www.bezabala.es/descargas/Catalogo_estachas.pdf

<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10559/gimenez2.pdf?sequence=1>

<http://www.maculan.com/strapet/productos.html>

<http://www.sanmetal.es/subGrupo.php?id=10>

Sobre acers

http://www.en.wikipedia.org/wiki/Stainless_steel

<http://www.goodfellow.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-316.html>

<http://www.malletasrico.net/contacto.html>

<http://www.itsaskorda.es/html/cast/productos/combirop.htm>

<http://www.cfblasant.com/>

Pesca

http://www.infovisual.info/05/056_es.html

<http://www.magrama.gob.es/es/pesca/temas/default.aspx>

<http://www.documare.org/index.php/la-pesca-a-catalunya/historia-de-la-pesca>

<http://www.tinet.cat/mediterranea/html/castella/pesca/tipus/cerco/cerc.htm>

http://www.clubdelamar.org/pesca_con_palangre.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/Trasmallo>

<http://www.fao.org/fishery/vesseltype/10/en>

<http://www.fao.org/fishery/vms/search/en>

http://www.iph.com.ar/descargas/IPH_IndustriaPesquera_082009_esp.pdf

http://www.serea.org/CAS/SAGITAL/Anexos/ANEXO_V.pdf

<http://www.tinet.cat/mediterranea/html/castella/pesca/tipus/cerco/cerco.htm>

http://www.clubdelamar.org/pesca_con_palangre.htm

<http://es.wikipedia.org/wiki/Trasmallo>

<http://www.fao.org/fishery/vesseltype/10/en>

<http://www.fao.org/fishery/vms/search/en>

http://www.serea.org/CAS/SAGITAL/Anexos/ANEXO_V.pdf

<http://www.africanmaritime.co.za>

<http://www.thyboron-trawldoor.dk/>

Reciclatge PET:

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>

http://www.biodegradable.com.mx/reciclar_pet.html

(Pàgines web consultades entre l'agost del 2012 i el gener del 2013)

Altres llibres i articles:

Fisheries Research. (2008) A simplified model of the interaction of the trawl warps, the otterboards and netting drag. J. Prat, J. Antonijuan, A. Sala, A. Lucchetti, F. Sardà i A. Manuel.

Joaquim Elias Puigcerver. Pesca i biologia de les espècies d'interès comercial. Apunts assignatura corresponent al mòdul "Patró local de pesca".

Mecánica vectorial para ingenieros. Estática. Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr, Elliot R Eisenberg. 8na edició. Mc Graw Hill – Interamericana. 2007.

Mecánica para ingenieros. Estática. JL Meriam – LG Kraige. 3ra edición. Editorial Reverté. 2004.

Dossier tècnic: Formació i assessorament al sector agroalimentari. Generalitat de Catalunya. Departament de Agricultura, Pesca, Alimentació i Medi natural. 2012.

Wenceslao González Viñas, Héctor L. Mancini. Ciencia de los materiales. 1ªedició. Barcelona, Ariel S.A. 2003. ISBN: 84-344-8059-X.

William D Callister Jr. Ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona, Editorial Reverté S.A. 1996. ISBN: 84-291-7254-8

Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Millora de l'eficiència, la sostenibilitat i el benefici de la flota pesquera d'arrossegament catalana.

Catàleg de DELTEX: Cables, Fondeos y Remolque. 2007.

Catàleg Cargo Flet. 2012.

Catàleg Cable red expert. Cables de acero, redes y accesorios.2012.

Guia pel càlcul de gasos d'efecte hivernacle (Generalitat de Catalunya): http://www20.gencat.cat/docs/canviclimatic/Home/Politiques/Politiques%20catalanes/La%20mitigacio%20del%20canvi%20climatic/Guia%20de%20calcul%20d'emissions%20de%20CO2/110301_Guia%20practica%20calcul%20emissions_rev_ES.pdf